BEITRÄGE

ZUR

MORPHOLOGIE UND ENTWICKELUNGS-GESCHICHTE DER BACTERIEN

VON

GEORG BURCHARD
AUS KARLSRUHE.

EINGEREICHT BEHUFS

ERLANGUNG DER PHILOSOPHISCHEN DOCTORWÜRDE

DER

PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT DER UNIVERSITÄT BASEL.

(1894)

BADISCHE VERLAGSDRUCKEREI KARLSRUHE.

2030

BEITRÄGE

ZUR

MORPHOLOGIE UND ENTWICKELUNGS-GESCHICHTE DER BACTERIEN

VON

GEORG BURCHARD
AUS KARLSRUHE.

EINGEREICHT BEHUFS

ERLANGUNG DER PHILOSOPHISCHEN DOCTORWÜRDE

DER

PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT DER UNIVERSITÄT BASEL.

BADISCHE VERLAGSDRUCKEREI KARLSRUHE.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548622_0114

Einleitung und Geschichte.

Fast zwei Jahrhunderte liegen zwischen der ersten Entdeckung der Bakterien durch LEEUWENHOEK[1] und dem Beginne einer intensiveren Bearbeitung dieser Organismen. Erst durch COHN's[2] Arbeiten wurden sie als einheitliche Gruppe in ihrer nahen Verwandtschaft zu den niedersten Algen erkannt und aus ihrer unnatürlichen Verbindung mit dem Tierreiche ausgeschieden. Selbst PERTY[3] hatte die Bakterien noch als Tiere angesehen, obwohl er ihre nahe Verwandtschaft mit den niedern Algen bereits betonte. Er war es auch, welcher zuerst Sporen bei Bakterien sah; denn die glänzenden elliptischen Körnchen, die er im Innern von stäbchenförmigen Zellen sah, sind jedenfalls als Sporen zu deuten. Er gründete darauf sogar seine Gattung Sporonema mit folgender Beschreibung: „Ein äusserst kleiner cylindrischer, ungegliederter, hohler Faden schliesst an einem Ende (seltener an beiden) ein, manchmal auch zwei elliptische Körperchen (wohl Sporen) ein." Schon aus den Abbildungen, die er zu dieser Gattung giebt (Tab. XV, Fig. 26), lässt sich die Sporennatur dieser Körper erkennen. Ebenso besitzt ein Spirillum (von ihm Sp. Undula genannt) in der Zeichnung (Fig. 28) Endosporen, obwohl PERTY dieselben im Texte nicht erwähnt.

PERTY hat nach einem Beweise für seine Annahme der Sporennatur dieser cylindrischen Körperchen, wie es scheint, gar nicht gesucht, und erst PASTEUR[4] konnte wenigstens biologisch den Charakter der Sporen als Dauerformen nachweisen. Aber der Art und Weise seiner Forschung gemäss suchte er gar nicht den entwickelungsgeschichtlichen Weg zur Lösung der Frage nach der Natur der Sporen zu beschreiten. Dies geschah erst durch Ferdinand COHN[5] im Jahre 1876, und wenn dessen Beobachtungen bei Bacillus substilis auch vielfach lückenhaft und in einigen Punkten sogar unrichtig waren, so hat er doch die Bildung und Keimung der Sporen direkt unter dem Mikroskope beobachtet.

Eine Ergänzung seiner Beobachtungen wurde durch PRAZMOWSKI[6] und fast gleichzeitig durch BREFELD[7] geliefert.

Kurz nach COHN, und angeregt durch seine Untersuchungen gelang es auch R. KOCH[8] beim Bac. Anthracis die Keimung zu beobachten.

PRAZMOWSKI[6] beobachtete ferner die Keimung von Clostrid. butyric., B. Ulna, Vibrio rugula, Clostrid. polymyxa.

Später untersuchte DE BARY[9] die Bildung und Keimung der Sporen von Bacillus megatherium, A. KOCH[10] dieselben von Bacillus Carotarum, tumescens, inflatus ventriculus, alvei. POMMER[11] untersuchte diese Verhältnisse bei Bacillus Brassicae, L. KLEIN[12] bei Bacillus sessilis und Bacillus leptosporus, sowie die Bildung der Sporen bei den grün gefärbten Sumpfwasserbakterien[13] B. macrosporus, B. Peroniella, B. limosus, B. Solmsii, B. De Baryanus. PETERS[14] konnte bei zwei aus Sauerteig gezüchteten Organismen, Bacillus D und E, Sporenbildung und Keimung untersuchen, WAHRLICH[15] bei einem dem Milzbrand sehr ähnlichen, aber unschädlichen Bacillus.

Für Bacillus mesentericus vulgatus wurden diese Verhältnisse genau von VIGNAL[16] untersucht, für Bacillus ramosus von MARSCHALL WARD[17] und für einen grünen, aus Anurenlarven gezüchteten Bacillus macht FRENZEL[18] hierüber einige, wenn auch etwas unvollkommene Angaben.

Seither sind weitere Keimungsbeobachtungnn nicht gemacht worden. Es ist dies wohl wesentlich dem Umstande zuzuschreiben, dass die Forschung auf dem Gebiete der Bakteriologie im letzten Jahrzehnt überwiegend in den Händen von Medizinern ruhte, und daher, wie dies ja nur allzu erklärlich ist, die für die Ärzte wichtigen Fragen der Biologie pathogener Bakterien in den Vordergrund des Interesses traten, während die andern Gebiete der bakteriologischen Forschung vernachlässigt wurden.

Mit der Kenntnis der Arten und der Aufstellung neuer Species hielt deren Charakterisierung und Begründung durch morphologische und entwickelungsgeschichtliche Merkmale nicht entfernt Schritt, und wir stehen jetzt bei den Bakterien der eigentümlichen Thatsache gegenüber, dass wir mit wenigen Ausnahmen die Arten nach physiologischen Merkmalen unterscheiden. Es ist zur Zeit gar nicht einmal möglich, eine Art sicher durch morphologische und entwickelungsgeschichtliche Merkmale zu bestimmen, wenn man von einigen wenigen ganz genau von Botanikern untersuchten oder besonders auffallenden Arten absieht.

Das ist natürlich ein anormaler Zustand, der eine Unsicherheit hinsichtlich der Wiedererkennung der einzelnen Arten und ihrer Abgrenzung von einander mit sich bringt, wie er bei keiner andern Gruppe von Organismen herrscht. Aber es wird wahrscheinlich noch eine lange Zeit vergehen, bis Morphologie, Entwickelungsgeschichte und Systematik der Bakterien so weit gefördert sind, dass sie auf gleicher Stufe mit der Biologie stehen.

Allerdings sind Morphologie und Entwickelungsgeschichte bei den Bakterien, soweit sie uns bis jetz bekannt sind, so einförmig, dass das Aufsuchen neuer Merkmale nicht viel Aussicht auf Erfolg verspricht. Nichtsdestoweniger wird aber mit unsern jetzigen Hilfsmitteln auch auf diesem Gebiete noch manches zu finden sein, und wahrscheinlich wird auch eine genauere Kenntnis der Entwickelungsgeschichte wichtige Thatsachen zu Tage fördern, die uns jetzt noch vollkommen unbekannt sind.

Merkwürdiger Weise sind selbst diejenigen Gebiete der Morphologie und Entwickelungsgeschichte, die, wie die Bildung und Keimung von Sporen, für die Abgrenzung und Charakterisierung einer Art von der grössten Wichtigkeit sind, nur wenig beobachtet worden. Meist begnügt man sich mit der Angabe, ob die Bakterien Sporen bilden oder nicht und fügt höchstens noch hinzu, dass dieselben central oder polar liegen und dass das Stäbchen bei der Sporenbildung aufgetrieben wird oder seine Gestalt beibehält. Oft ist sogar die Frage nach der Sporennatur der betreffenden Gebilde nur durch Färbungsmethoden oder Prüfung der Restistenz gegen Hitze gelöst und nicht, worauf doch schliesslich der grösste Wert gelegt werden muss, durch die Beobachtung der Keimung.

Für eine Anzahl sporenbildender Bakterien der verschiedensten Provenienz habe ich im nachfolgenden den Versuch gemacht, Bildung und Keimung der Sporen möglichst genau zu beobachten. Ich ging dabei von der Annahme aus, dass besonders der Keimungsprozess bei den meisten Arten gewisse konstante Eigentümlichkeiten zeigen würde, die, wenn auch noch so unscheinbar, doch für die Unterscheidung der Arten auf einer natürlichen Basis nicht zu unterschätzende Merkmale liefern dürften. Dass daneben die sogenannten biologischen Methoden nicht zu vernachlässigen sind, ist bei dem gegenwärtigen Stand der Bakteriologie selbstverständlich.

Arbeitsmethoden.

Indem ich mich aus oben angeführten Gründen nicht auf die Untersuchung der Keimung und Bildung von Sporen allein beschränken zu müssen glaubte, vielmehr alles berücksichtigte, was nur irgendwie, auch für nicht endospore Bakterien diagnostisch von Wert ist, habe ich bei jeder Art folgende Beobachtungen angestellt:

1. Messung der Spore und des Bacillus.
2. Agar-Strichkultur.
3. Gelatine-Stichkultur.
4. Gelatine-Plattenkultur.
5. Kartoffelkultur nach GLOBIG.
6. Bouillonkultur.
7. Geisselfärbung.
8. Sporen-Keimung.
9. Sporen-Bildung.

Um geeignetes Material zu erhalten, sammelte ich Bakterien aus der Luft durch Offenstehenlassen von Agarröhrchen, wählte von den so erhaltenen Arten die sporenbildenden, und isolierte sie, falls der Verdacht einer Verunreinigung vorlag, durch Plattenkulturen.

Einige bisher noch nicht beschriebene Arten sporentragender Wasserbakterien verdanke ich der Güte des Herrn Professor MIGULA, ebenso das Bact. filamentosum.

Sodann setzte ich eine ganze Anzahl Gemüse- und zerdrückter Obstsorten mit wenig sterilisiertem Wasser in bedeckten Gläsern der Fäulnis aus, goss Platten, impfte die verschiedenen Arten ab und untersuchte auf Sporen.

Bei Gelegenheit einiger vor mehreren Semestern vorgenommener hygienischen Untersuchungen über Hefe- und Brotbakterien erhielt ich ebenfalls etwas Material.

Zufällig fand ich, gerade in der Zeit, als ich mich mit der PRAZMOWSKI'schen Arbeit über die Entwickelungsgeschichte einiger Bakterienarten[6] beschäftigt hatte, in einem gekochten Ei ein braunes Konkrement, dessen Untersuchung ein sporenbildendes Bacterium ergab.

In einem schlechten rohen Ei fand ich ein schwarzes Konkrement, bestehend aus einem Schimmelpilz und der als Bact. flexile beschriebenen Art. Beide Eibakterien sind jedoch mit dem Bac. Ulna PRAZMOWSKI nicht identisch.

So hatte ich circa 60 sporogene Arten beisammen. Jedoch konnte zunächst nur ein Teil dieser Arten untersucht werden, weil manche Bedürfnisse der einzelnen Arten, besonders hinsichtlich der Temperatur und Ernährung bei der Bildung und Keimung der Sporen oft so verschieden waren, dass ich mich zunächst auf diejenigen Arten beschränken musste, die sich den von mir im allgemeinen für die Untersuchung als zweckmässig erkannten Bedingungen anpassten.

Um jeglichen Beobachtungsfehler auszuschliessen, strebte ich darnach, absolut reines Sporenmaterial zu gewinnen.

Teils häufige Umimpfung, teils bis sechs Wochen langes Züchten auf demselben Substrat unter häufiger Kontrolle führten meist zum Ziele. Alsdann wurde etwas Sporenmaterial mit der Öse in sehr kleine, etwa 1 ccm sterilisierten Wassers enthaltende Röhrchen gebracht und nochmals aufgekocht, was sowohl eine Sterilisation des Röhrcheninhaltes, als auch die Zerstörung etwa noch vorhandener vegetativer Stäbchen bewirkte. Falls das Sporenmaterial zähe zusammenhielt, verrieb ich dasselbe vor der Übertragung in das Röhrchen mit dickem Glasstabe in einer kleinen Glasschale mit zwei bis drei Tropfen Wasser, alles natürlich sterilisiert.

Von dem so vorgerichteten Material wurde nun mit einer sehr kleinen Öse aus dünnem Platindraht eine Spur auf einem grossen Deckglase sorgfältig verrieben und einmal schnell durch die Flamme gezogen. Ein stärkeres Fixieren, wie es bei den zur Färbung herzurichtenden Präparaten üblich, ist hier nicht angebracht, da sonst leicht, wie es mir anfangs passierte, die Keimung unterbleibt. Ebensowenig ist es richtig, das Deckglas nur lufttrocken werden zu lassen, weil zwischen Agartropfen und Deckglas sich durch die schnelle Abkühlung eine Spur Kondensationswasser ansammelt. Bei nicht fixierten Präparaten wird dadurch ein Umherschwimmen oft schon der Sporen, ziemlich sicher aber später, unter dem Wärmekasten, der frisch ausgeschlüpften Stäbchen, zumal wenn dieselben beweglich sind, bewirkt, so dass auch zugleich eine exakte Verfolgung der vegetativen Teilung der jungen Stäbchen mit dem Zeichenstift, die doch immerhin einiges Interesse bietet, nnmöglich geworden wäre.

Aus demselben Grunde benützte ich das feste Agar als Nähr-

substrat, statt, wie bei meinen ersten Keimungsbeobachtungen, Bouillon oder Gelatine, indem auch letztere, natürlich bei der von mir gewählten Temperatur der Wärmekasten von 30—36° C, als flüssiges Medium zu gelten hat.

Das fixierte Deckglas wurde also mit einem bis zwei Tropfen Agar beschickt und dann als hängender Tropfen der Hohlkammer mit Paraffin aufgekittet.

Paraffin ist hier am zweckmässigsten, da bei Vaseline und andern nicht festen Verschlussmitteln häufig eine Verschiebung während der Beobachtung im Wärmekasten eintritt. Auch vor andern festen Einschliessungsmitteln verdient es den Vorzug, indem es erstens nicht so schnell erstarrt, wie Wachs u. a., und daher eventuell durch nochmaliges Erwärmen absolut dicht schliessend gemacht werden kann, und zweitens auch die Deckgläser später, ohne zersprengt zu werden, sich leicht abheben lassen. Als Hohlkammern benützte ich Objektträger mit aufgekitteter viereckiger Glaszelle und rundem Loch. Die geringe, zwischen Hängetropfen und Objektträger befindliche Luftmenge genügte für meine aëroben Bakterien bis zur Keimung und vegetativen Vermehrung, aber oft nicht mehr zur Bildung neuer Sporen. In der Regel trat Zerfall der Stäbchen ein, der erst aufhörte, als ich die Glasklötze an der untern, dem Objektträger aufgekitteten Seite mit einem feinen Schlitze zwecks Luftzuführung versah. Hierdurch bildeten sich allerdings mehrfach kleine Verunreinigungen als Kolonien auf der untern convexen Seite des Agartropfens, was jedoch für die Beobachtung der Sporen nicht störend war, und was ich später dadurch vermied, dass ich eine Spur Watte mit der Nadel in die feine Rinne stopfte.

Da die Sporenbildung meist ein- bis zweimal 24 Stunden in Anspruch nimmt, so wurde unter dem erwärmten Mikroskop nur so lange beobachtet, bis die vegetative Teilung zu Ende, respektive in genügender Weise mehrfach vor sich gegangen war. Alsdann legte ich das betreffende Präparat bei 37° C in den Brutschrank und verfolgte von Zeit zu Zeit den Fortschritt der Sporenbildung.

Es wurden stets 4 bis 5 Präparate von derselben Art und Verdünnung zu gleicher Zeit angefertigt und einige sofort in den Brutschrank gethan, um zeitweise zur Kontrolle für das unter dem erwärmten Mikroskop befindliche Präparat zu dienen.

Um nun mehrere Präparate zugleich beobachten zu können, liess ich 3 Wärmekästen nach eigener Angabe anfertigen, die mir zweckmässiger scheinen und vor allem bedeutend billiger sind als die käuflichen. Einem eisernen viereckigen Gestell mit

Rand und eisernem, perforiertem Rost mit doppelter Wandung, auf welchen das Mikroskop passt, schliesst sich ein Pappekasten auf, der oben 2 Löcher hat, aus denen die Mikrometerschraube und das Okular hervorstehen. Der Zwischenraum wurde jeweilig mit Watte geschlossen. Eine dritte Öffnung dient zur Aufnahme des Thermometers, dessen Quecksilberkugel in der Höhe des Objekttisches und nahe demselben sich befindet. Die vordere Seite des Kastens, in welchem das Mikroskop quer gestellt ist, ist von Glas. An der einen Schmalseite ist eine luftdicht schliessende Klappe, um an den Spiegel und Objekttisch gelangen zu können.

Zur Erwärmung benützte ich sehr kleine Bunsenbrenner, deren Luftzuleitungsrohr abgeschraubt wurde. Ein Zeichentischchen in der Höhe des Objekttisches, nach meiner Angabe mit einseitiger Verlängerung zur Stütze des Armes, ermöglichte es, im Stehen bequem zu zeichnen. Zur grösseren Schonung der Mikroskope untersuchte ich fast ausschliesslich bei 30—33° C, bei welcher Temperatur der Vorgang der Keimung und darauffolgender vegetativer Vermehrung meistens innerhalb 5—8 Stunden, bisweilen schon früher, zum Abschluss gelangte.

Anfangs hatte ich die Absicht, durch Färbung der Brutschrankpräparate von Zeit zu Zeit, die einzelnen Stadien der Keimung auf die Dauer im Präparate festzuhalten, allein die sich am lebenden Objekte zeigenden feineren Lichtbrechungsdifferenzen gehen bei der Färbung verloren.

Auch mehrfache Versuche, solche Dauerpräparate durch Härtung mit Formalin zu gewinnen, hatten nicht den gewünschten Erfolg.

So beschränkte ich mich denn darauf, der Keimung mit Zeichenapparat und Bleistift zu folgen.

Die Messungen mit dem Okular-Trommelmikrometer wurden bei den Bakterien am gefärbten Objekte vorgenommen und nach dem Durchschnitte dreier Messungen verzeichnet; wenn sich grössere Differenzen ergaben, führte ich beide Grenzwerte auf. Bei der Messung der Sporen dagegen giebt das gefärbte Präparat, wegen der durch die Methode der Färbung bewirkten Anschwellung der Spore, falsche Resultate. Da nun aber auch die durch längere Züchtung auf Agar gewonnenen Sporen etwas von den im hängenden Agartropfen frisch gebildeten differieren, so nahm ich von beiden das arithmetische Mittel.

Bei den Massenkulturen arbeitete ich durchaus nach den bekannten bewährten Methoden.

Specieller Teil.

1. Bacterium pituitans n. sp.

(Fig. 1.)

Ich fand diesen Organismus in einem braunen Konkrement eines gekochten Eies. Er stellt lange, relativ schlanke, unbewegliche Stäbchen von 3,9—4,5 μ Länge und 1,13 μ Breite dar. Die eirunde Spore ist wahrscheinlich infolge von der weiter unten angeführten Neigung zu starker Verquellung sehr gross, breiter als das vegetative Stäbchen, 2,46 μ lang und 1,38 μ breit. In einer 6 Wochen alten Agar-Strichkultur zeigten sich die Sporen infolge von Eintrocknung wesentlich kleiner, nämlich nur 1,9 μ lang und 1,08 μ breit.

In Agar-Strichkulturen wuchs das Bacterium als weisslicher, schmierig-glänzender, ebenmässiger Belag.

In Gelatine-Plattenkulturen erschienen die Kolonien schon am folgenden Tage nach der Aussaat als kleine, weissliche Pünktchen. Die Gelatine wurde bereits verflüssigt und man konnte unter dem Mikroskop deutlich erkennen, dass die Kolonien in der verflüssigten Gelatine umherschwammen. Sie erschienen bei schwacher Vergrösserung klein, homogen, braun-grau, unregelmässig rundlich, aber mit scharfem Rande. Am nächsten Tage war die Gelatine völlig verflüssigt und besass einen eigentümlichen Geruch nach Baldrian. Die Kolonien erscheinen jetzt bräunlich, rundlich, unregelmässig mit stark gefasertem Rande und mit weit in die Flüssigkeit ausgesendeten, fadenförmigen oft verschlungenen Ausläufern.

Auf Kartoffeln bildet sich ein anfangs matter, grauweisslich-wachsartiger, dünner, dann oben matt gelblich-grauer, unten etwas schmieriger Belag.

In Bouillonkulturen stellte sich schon am folgenden Tage eine geringe, nach unten zunehmende weissliche Trübung ein, während sich gleichzeitig am Boden ein schleimiges Sediment

ansammelte. Dieses letztere wurde in den folgenden Tagen reichlicher, ohne dass sich die Bouillon klärte.

In Gelatine-Stichkulturen bildet sich schon nach 18 Stunden ein 4 mm breiter und 2 cm tiefer, gleichmässig nach unten sich verjüngender Verflüssigungstrichter. Unter diesem Verflüssigungstrichter waren die Bakterien nur noch etwa 2 cm tief im Stichkanal gewachsen.

Die Verflüssigung der Gelatine schreitet nun rasch weiter; am dritten Tage ist sie bis zur halben Höhe der Gelatineschicht vorgedrungen und hat an der Oberfläche die Wände des Gläschens erreicht. Tiefer dringt nun die Verflüssigung nicht mehr vor, breitet sich aber im unteren Teil des Trichters ebenfalls allmählich bis an die Glaswände aus. In der festen Gelatine findet ein Wachstum der Bakterien nicht mehr statt. An der Oberfläche der verflüssigten Gelatine hat sich am dritten Tage ein mattes, weisses, zartes Häutchen gebildet, welches später zu Boden sinkt.

Die Keimung der Sporen wurde bei einer Temperatur von 32° C beobachtet. Die Kulturen im hängenden Tropfen wurden um 8 Uhr 50 Minuten morgens unter das mit der erwähnten Wärmevorrichtung versehene Mikroskop gebracht. Um 9 Uhr 10 Minuten hatten sich sämtliche im Gesichtsfelde befindliche Sporen mit Ausnahme von No. 3 etwas mehr abgerundet und waren weniger stark lichtbrechend geworden. (Fig. 1 a.) Um 9 Uhr 40 Minuten hatte auch No. 3 ihre starke Lichtbrechung verloren und die andern Sporen hatten sich erheblich vergrössert. Um 10 Uhr sind die Sporen ausserordentlich angeschwollen (b), ihre Membran erscheint wahrscheinlich infolge von Quellung viel dicker und derber als an der ruhenden Spore und ausserdem hat sich noch um die Sporen ein breiter Schleimhof gebildet (c). Um 11 Uhr 15 Minuten keimt 5, indem sich an dem einen Pol eine zarte Papille vorwölbt. Dieser Teil des jungen Stäbchens, welcher aus der durchbrochenen Sporenhülle hervorsieht, ist nicht von einem Schleimhofe umgeben und deshalb lässt sich der Vorgang bei dieser Art verhältnismässig leicht verfolgen (c). Um 11 Uhr 40 Minuten ist eine zweite Spore, No. 4, ausgekeimt und das junge Keimstäbchen hat eine halbe Stunde später schon das Stäbchen der zuerst gekeimten Spore an Länge überholt. Die andern Sporen sind zwar mit Ausnahme von No. 3 etwas dicker geworden, aber noch nicht ausgekeimt (d). Um 12 Uhr 35 Min. ist 4 bedeutend länger geworden und hat die Haut zur grösseren Hälfte bereits abgestreift (e), und schon um 12 Uhr 50 Minuten

ist das Stäbchen ganz aus der Sporenhülle herausgeschlüpft. Bei No. 1 zeigt sich jetzt auch im oberen Dritteil eine sehr zarte Linie, welche durch die aufgerissene Sporenhülle gebildet wird: das Keimstäbchen ist bereits aus ihr herausgetreten, hat aber den Schleimmantel noch nicht durchbrochen, so dass es noch gar nicht den Anschein hat, als ob die Spore wirklich gekeimt sei (f). Erst um 1 Uhr 4 Minuten reisst der Schleimmantel durch und das junge Stäbchen hebt sich jetzt mit seinem freien Ende sehr deutlich von dem noch in der Sporenhaut eingeschlossenen Teil ab. Auch No. 2 keimt jetzt in gleicher Weise und No. 3 fängt an, einen Schleimmantel zu bilden. Die zuerst ausgekeimten Stäbchen haben inzwischen wiederholt Teilungen erfahren, bilden jedoch keine längeren Fäden, sondern nur wenigzellige Fadenglieder (g). Erst um 2 Uhr 20 Minuten keimt auch die letzte Spore No. 3 aus unter denselben Erscheinungen wie die übrigen (h). Die Sporenmembran wird bei den meisten keimenden Stäbchen sehr lange festgehalten, nur bei No. 4 ist sie schon längere Zeit abgestossen. Sie erscheint als sehr derbe, feste Hülle, weit derber, als bei den meisten andern Bakterien, und zeichnet sich auch dadurch in eigentümlicher Weise aus, dass der untere, vom Stäbchen nicht durchbrochene Pol viel dunkler ist, als der andere, aus welchem das Stäbchen hervorgekeimt ist. Dieses Ende erscheint auch nach der Keimung etwas zusammengefallen.

Die ersten Zellteilungen nach der Keimung gehen viel langsamer vor sich als die späteren, und sehr bald wachsen nun die Stäbchen der verschiedenen Sporen so durcheinander, dass es gar nicht möglich ist, die von einer Spore stammenden Zellen weiter zu verfolgen.

Die Sporenbildung ist nicht besonders charakteristisch, nur insofern weicht sie einigermassen von derjenigen der meisten Bakterien ab, als eine deutliche Granulierung des Plasmas vor dem Sichtbarwerden der jungen Spore nicht eintritt. Übrigens verläuft der Prozess der Sporenbildung ausserordentlich rasch: schon nach 24 Stunden von der Keimung an gerechnet sind alle Sporen fertig gebildet und sogar die Membranen der Mutterzellen zerfallen. Die Sporen werden endständig gebildet, einzelne liegen jedoch etwas vom Ende entfernt nach der Mitte zu. Will man eine Kontrastfärbung bei dieser Art erreichen, so ist es notwendig, die Sporen schon vor vollendeter Reife zu färben, weil die Mutterzellmembranen sehr bald nach der Reife zerfallen und nicht mehr färbbar sind. Ist die Spore völlig ausgebildet, so ist ihre Lage ganz unregelmässig, weil sie in der nur von einer

wässerigen Flüssigkeit erfüllten Membran des Stäbchens nicht mehr an einem bestimmten Ort festgehalten wird.

2. Bacterium perittomaticum n. sp.

Fig. 2.

Dieses grosse, unbewegliche, schlanke Stäbchen bildende Bacterium wurde von mir aus dem backfertigen Teige von Milchbrötchen isoliert. Es ist 3,6—4,4 μ lang und 1,3 μ breit; die grosse, fast kugelige Spore ist 1,63 μ lang und 1,3 μ breit. Da bei dieser Art im Gegensatz zu der vorigen die Mutterzellmembran um die Sporen sehr lange erhalten bleibt, ist es notwendig, zu den Keimungsbeobachtungen ganz altes Sporenmaterial, am besten einer mindestens 6 Wochen alten Agarkultur entnommen, zu verwenden. Auch dann sind noch immer alte Membranreste in störender Weise vorhanden; sie wurden der Deutlichkeit wegen in der Zeichnung fortgelassen.

Auf schräg erstarrtem Agar bildet B. perittomaticum einen wachsglänzenden, fast weissen Belag.

In Gelatine-Plattenkulturen treten am Tage nach der Aussaat nur sehr kleine, gelbliche Pünktchen auf, welche bei schwacher Vergrösserung als braune, unregelmässig ausgebuchtete, rundliche Kolonien erscheinen. Schon zu dieser Zeit wird die Gelatine energisch verflüssigt und die kleinen Kolonien schwimmen in der verflüssigten Gelatine umher; am folgenden Tage ist vollständige Verflüssigung eingetreten und es macht sich beim Öffnen der Kulturschalen ein intensiver Baldriangeruch bemerkbar.

Auf Kartoffeln bildet sich nach 2 Tagen ein sehr geringer matter Anflug, welcher sich in den folgenden Tagen zu einem dicken, mattglänzenden, grau-gelben ebenen Belag entwickelt.

In Bouillonkulturen entsteht zunächst am Boden eine weissliche Trübung und ein geringer Bodensatz, während die Flüssigkeit in den oberen Schichten noch klar bleibt. Später entsteht an der Oberfläche ein Häutchen, der Bodensatz vermehrt sich sehr beträchtlich, die Trübung der Flüssigkeit dagegen vermindert sich allmählich.

In Gelatine-Stichkulturen ist zunächst nur in den obersten Schichten ein Wachstum der Bakterien bemerkbar; es entsteht ein schmaler, kaum 1 cm langer Verflüssigungstrichter, der sich allmählich bis auf ungefähr die doppelte Länge vertieft und von einer anfangs spitzkonischen Form sich nach oben zu so weit verbreitert, dass er die Wände des Gläschens erreicht. Am fünften Tage zeigt sich an der Oberfläche ein dünnes, matt-

weisses Häutchen, welches nach weiteren 2 Tagen zu Boden sinkt. Unterhalb der verflüssigten Gelatine war im Stichkanal ein Wachstum der Bakterien nicht mehr wahrzunehmen, die Art gehört somit zu den stark sauerstoffbedürftigen Bakterien.

Die Keimung der Sporen wurde bei 33° C beobachtet. Die Kultur im hängenden Tropfen wurde um 8 Uhr 5 Minuten unter das Mikroskop gebracht und sofort die im Gesichtsfeld liegenden, stark lichtbrechenden, hellglänzenden Sporen gezeichnet (Fig. 2 a). Um 9 Uhr zeigt sich bei allen eine deutliche Abnahme des Lichtbrechungsvermögens und auch eine geringe Anschwellung, um 10 Uhr 45 Minuten hatten die Sporen sämtlich ihren Glanz verloren und waren mit Ausnahme von No. 1 stark angeschwollen (b). No. 5 zeigt auch bereits an dem unteren Ende eine eiförmige Vorwölbung, ohne dass jedoch ein Riss in der Sporenmembran zu erkennen wäre. Die Sporen schwellen vor der Keimung sehr stark an und verlieren dabei ihr starkes Lichtbrechungsvermögen so vollständig, dass die jungen hervortretenden Stäbchen sich fast gar nicht von dem in der Spore steckenden Teil unterscheiden lassen. Es ist deshalb vielfach auch bei der grössten Aufmerksamkeit gar nicht möglich, den Augenblick des Austretens des jungen Stäbchens durch die Öffnung der Sporenmembran zu beobachten und es gelingt nur in wenigen Fällen bei besonders günstiger Lage und günstigen Beleuchtungsverhältnissen. So zeigte sich bei No. 5 die Vollendung der Keimung erst um 1 Uhr 50 Minuten dadurch, dass sich an dem oberen Ende die Sporenmembran etwas abzuheben begann, jedenfalls war aber das Heraustreten des jungen Stäbchens bereits sehr viel früher erfolgt (c). Die andern Sporen zeigten zu dieser Zeit keine weitere Veränderung. Um 2 Uhr 25 Minuten war No. 5 schon ziemlich lang aus der Spore hervorgewachsen und es liess sich nun auch bei sehr genauer Einstellung erkennen, dass das Stäbchen, soweit es in dor Sporenhaut steckte, etwas dunkler war, als der herausgetretene Teil; auch zeigte sich am oberen Ende deutlich die Sporenmembran etwas vom Stäbchen abgehoben (d). Die andern Sporen lassen zu dieser Zeit noch keine deutlichen Keimungserscheinungen bemerken; No. 3 ist noch etwas weiter angeschwollen und bei No. 2 ist eine kaum wahrnehmbare feine Querlinie entstanden, die jedoch nur bei schräge einfallendem Licht undeutlich zu beobachten ist. Um 3 Uhr 50 Minuten lässt sich die Keimung bei No. 2 sicher erkennen; die Teilungslinie ist deutlicher geworden (e) und auch No. 3 scheint unmittelbar vor der Teilung zu stehen, da sich nach oben

zu eine deutliche Zuspitzung zeigt. No. 4 ist jedenfalls auch bereits ausgekeimt, obgleich eine Linie, welche die aufgerissene Sporenmembran andeutete, nicht zu erkennen ist. Das Keimstäbchen von No. 5 hat sich geteilt; der oberen Zelle sitzt die alte Sporenmembran als helles Häubchen auf (e). Von nun an geht das Wachstum sehr viel rascher, No. 5 hat sich nach einer Viertelstunde bereits dreimal geteilt und die Sporenhaut beinahe vollständig abgestreift (f). Nach einer weiteren Viertelstunde ist auch bei No. 4 die Sporenhaut haubenartig vom Stäbchen abgehoben und bei No. 3 macht sich der Beginn der Abhebung eben bemerkbar (g). Ausser No. 1, welche zwar stark vergrössert ist, sind nun alle Sporen deutlich polar ausgekeimt, und die jungen Keimstäbchen haben sich auch bereits einmal, bei No. 5 sogar viermal geteilt. Die Teilungen folgen sich jetzt so rasch, dass eine genaue Verfolgung der von den einzelnen Sporen stammenden Fäden und Fadenstücke nicht mehr möglich ist.

Die Sporenbildung weicht von der gewöhnlichen Form, in welcher dieselbe bei den Bakterien vor sich geht, nicht unbeträchtlich ab. Zunächst tritt bei dieser Art keine Granulierung des Plasmas vor dem Beginn der Sporenbildung ein, es bildet sich vielmehr ungefähr in der Mitte des Stäbchens ein grosser Körper, welcher nur wenig stärker lichtbrechend ist, als der übrige Zellinhalt, aber von Anfang an in der gleichen Grösse oder vielleicht sogar noch etwas grösser erscheint als später die reife Spore. Die Sporenreifung geht langsam vor sich; um 5 Uhr nachmittags zeigten sich die ersten Anfänge der Sporenbildung, aber erst am nächsten Nachmittage zeigten sich die Sporen stark lichtbrechend und so dunkel konturiert, wie es für reife Sporen charakteristisch ist. Allerdings war die Kultur im hängenden Tropfen über Nacht bei Zimmertemperatur gehalten worden, um die verschiedenen Phasen der Sporenbildung besser verfolgen zu können. Übrigens wird nicht der gesamte protoplasmatische Inhalt der Zelle zur Sporenbildung verbraucht. Es bleibt vielmehr ein sichelförmig den Enden der Zelle anliegender Rest übrig, der auch mehrere Tage nach vollendeter Sporenbildung noch nicht verschwunden ist. Auch die Membran der Mutterzelle ist, wie bereits erwähnt, bei dieser Art sehr widerstandsfähig und auch in sehr alten Kulturen noch immer um die Sporen herum vorhanden. Die Lage der Sporen ist eine ziemlich unregelmässige, bald liegen sie beinahe central, bald etwas mehr einem Pole der sehr kurzen Zellen genähert. Nicht selten kommt es bei einigen Stäbchen in den Fäden gar nicht zur Sporenbildung; dieselben schwellen

vielmehr stark an und zerfallen schliesslich, ohne auch nur einen Beginn der Sporenbildung gezeigt zu haben (h).

3. Bacillus goniosporus n. sp.

Fig. 3.

Dieser Bacillus wurde als eine aus der Luft stammende Verunreinigung einer andern Kultur beobachtet. Er ist beweglich, 3,13—3,7 μ lang und 1,32 μ breit. Die Sporen, aus einer Agarkultur stammend, sind auffallend dünn, lang cylindrisch und scharf rechteckig, so dass man sie auf den ersten Blick für dünne Stäbchen halten könnte. Sie haben eine durchschnittliche Länge von 2,3 μ und eine Breite von 1,08 μ; die letztere ist nur geringen Schwankungen ausgesetzt, die erstere dagegen ist sehr variabel und schwankt zwischen 1,92 und 2,88 μ. Die Beweglichkeit wird durch zahlreiche, über den ganzen Körper zerstreute, sehr lange Geisseln bewirkt.

Auf Agar-Strichkulturen bildet sich ein gleichmässiger, weisslicher, glänzender Belag.

In Gelatine-Plattenkulturen entwickelten sich schon am folgenden Tage unter gleichzeitiger Verflüssigung der Galatine weissliche, unregelmässig rundliche Kolonien mit zarten, sternförmigen Ausstrahlungen. Bei schwacher Vergrösserung kann man an ihnen einen inneren, grobstreifigen, rundlichen Kern von gelbbräunlicher Farbe und eine graue dünnere Randzone unterscheiden. Von dieser Randzone dringen unregelmässig streifige, pilzmycelartige Ausstrahlungen in die Gelatine ein. Am folgenden Tage ist die Verflüssigung weiter vorgeschritten, der Kern der Kolonien erscheint grau-weiss und ist von einer klaren Schicht verflüssigter Gelatine umgeben, welche ihrerseits wiederum durch einen zarten kreisförmigen, grau-weisslichen Saum von Bakterien gegen die feste Gelatine abgegrenzt ist. Bei schwacher Vergrösserung erscheint der Kern grau-gelblich, unregelmässig mit knorrig verästelten dünnen Ausläufern.

Auf Kartoffeln bildet sich ein grau-gelblicher, matter, schmieriger Belag.

In Bouillon tritt eine Trübung der Flüssigkeit und die Bildung eines geringen, nur wenig wachsenden, weisslichen, schleimigen Bodensatzes auf.

In Gelatine-Stichkulturen hat sich schon nach 20 Stunden an der Oberfläche eine kleine, flach schalenförmige Einbuchtung gebildet, die am nächsten Tage fast die ganze Oberfläche bedeckt, aber nur $^1/_2$ cm in die Tiefe geht und dabei sehr

rasch erheblich an Durchmesser abnimmt. Zwei Tage später schwimmt auf der Oberfläche der etwa 2 cm tief verflüssigten Gelatine eine sehr zarte, weissglänzende Haut.

Soweit die Gelatine noch nicht verflüssigt ist, hat sich im Stichkanal ein trüber milchiger Bakterienfaden entwickelt, der auch nach Verlauf von weiteren 3 Tagen kaum merklich an Dicke zunimmt. Währenddessen ist die Verflüssigung der Gelatine langsam bis auf 4 cm Tiefe fortgeschritten und hat auch an ihrer Basis die Wand des Reagensglases erreicht.

Keimung der Sporen. Die Sporen wurden einer 3 Wochen alten Agarkultur entnommen und um 8 Uhr 40 Minuten in die feuchte Kammer gebracht und gezeichnet (a). Sie wurden anfangs bei 30° C, von 9½ Uhr ab bei 33° C gehalten. Zwei weitere Präparate kamen in den Brutschrank. Alle 5 Sporen sind sehr stark lichtbrechend; um 9½ Uhr werden sie bereits blässer und beginnen anzuschwellen; um 9 Uhr 45 Minuten sind sie vollkommen trübe (b), um 11 Uhr 55 Minuten ist die Anschwellung an allen Sporen sehr deutlich bemerkbar (c). Um 1 Uhr 50 Minuten sind 1, 2, 3 und 5 polar ausgekeimt und 4 steht unmittelbar vor der Keimung. Um 2 Uhr 5 Minuten sind alle 5 Sporen ausgekeimt und 1 hat bereits die alte Sporenhaut in Form eines schwach sichtbaren Käppchens etwas abzustreifen begonnen (d). Die auswachsenden Stäbchen sind auffallend dünn, viel dünner als die alte Spore. Um 3 Uhr 5 Minuten haben sich die aus 3 und 5 hervorgewachsenen Stäbchen bereits geteilt. Die Sporenhaut sitzt den Stäbchen als helles, durchsichtiges Mützchen auf (e).

Sporenbildung. Am folgenden Tage schien in einem Präparate, welches am Tage im Brutschrank, über Nacht bei Zimmertemperatur gehalten worden war, die vegetative Vermehrung zu Ende zu sein. Die beginnende Sporenbildung machte sich durch das Auftreten kleiner Körnchen in dem bis dahin homogenen Plasma bemerkbar. Ein Präparat, welches auch über Nacht im Brutschrank geblieben war, zeigte am andern Tage bereits reife Sporen. Anfangs findet sich in den Zellen neben den stark lichtbrechenden und scheinbar vollständig reifen Sporen noch ein geringer Plasmarest in Form eines feinen Streifens an den Enden des Stäbchens, der aber im Verlauf der nächsten 3 Tage verschwindet und noch von der Spore aufgenommen zu werden scheint. Die Sporen liegen genau in der Mitte der Zelle.

Auch bei dieser Art findet eine Sporenbildung in den feuchten Kammern nur statt, wenn die Luft durch einen Ausschliff Zu-

tritt hat; in dicht verschlossenen Kammern kommt es nur zur Bildung von Körnchen und die Zellen zerfallen, ohne entwickelungsfähige Sporen erzeugt zu haben. Die Stäbchen in diesen Präparaten lösen sich von einander los, während die sporenbildenden kleine Fäden bilden. Die Randzone solcher Stäbchen ist stärker lichtbrechend als die offenbar plasmaärmere Mitte.

Sehr bemerkenswert ist bei dieser Art der auffallende Grössenunterschied zwischen Sporen, welche alten Agarkulturen entnommen wurden, und solchen, welche eben erst im Brutschrank sich gebildet hatten. Die ersteren erscheinen länglich-rechteckig, verhältnismässig dünn, die letzteren ovoid, zwar ebenso lang, aber wesentlich dicker und abgerundeter als jene. Offenbar geben die Sporen während des Eintrocknens des Agars ebenfalls noch Wasser ab und werden dadurch erheblich dünner.

4. Bacterium flexile n. sp.

Fig. 4.

Gelegentlich der Untersuchung eines verdorbenen rohen Eies fand ich diese unbewegliche, durch ihre grossen Sporen ausgezeichnete Art. Die Zellen sind 3.3—3.7 μ lang und 1,05 μ breit: die Sporen erreichen eine Länge von 1,9 μ und eine Breite von 1.12 μ.

Auf Agar-Strichkulturen bildet sich ein weisslicher, glänzender, gleichmässig dicker Belag.

In Gelatine-Plattenkulturen entwickeln sich nach 2 Tagen kleine, gelbliche Kolonien, um welche die Gelatine bereits etwas verflüssigt ist. Unter dem Mikroskop erscheinen sie als rundliche, bräunliche Körperchen, von denen zahlreiche feine, weisse Ausläufer wie Borstenhaare ausgehen. Die an der Oberfläche liegenden Kolonien bestehen aus regellos untereinander wachsenden Zügen von Bakterienfäden, haben eine gelblichgraue Farbe und sind breiter als die tiefer liegenden. Am dritten Tage erscheinen sie dem blossen Auge als grosse runde, weisslich durchscheinende, infolge der Verflüssigung flache Näpfchen auf der Gelatine bildende Kolonien. Unter dem Mikroskop zeigen sich die Kolonien als aus feinen, untereinander vielfach verschlungenen Fäden bestehend, am Rande feine haarförmige Ausläufer aussendend.

Auf Kartoffeln bildet sich ein reichlicher, trockener, matt grau-gelber Belag.

In Bouillonkulturen bildet sich nach 24 Stunden eine gleichmässige Trübung, die jedoch in den nächsten Tagen unter Abscheidung eines schleimigen Bodensatzes wieder verschwindet.

In Gelatine-Stichkulturen entwickelt sich zunächst eine geringe Auflagerung an der Oberfläche, während im Stichkanal ein Wachstum der Bakterien nur in sehr geringem Grade zu beobachten ist. Nach 2 Tagen ist die Auflagerung unter gleichzeitiger Verflüssigung der darunter liegenden Gelatine kräftiger und grösser geworden, auch im Stichkanal ist die Kolonie etwas gewachsen. Nach 4 Tagen ist die Gelatine an der ganzen Oberfläche, jedoch nur etwa 2 mm tief verflüssigt. Nach weiteren 3 Tagen hat sich auf der Oberfläche eine graue, schwach bläulich irisierende, in der Mitte durchlöcherte Haut gebildet, welche später herabsinkt. Die Gelatine ist jetzt 4 mm tief verflüssigt, gegen die unverflüssigte durch eine gerade Fläche abgegrenzt. In dem Stichkanal hat sich weder eine Verflüssigung, noch ein weiteres Wachstum der Kolonie bemerklich gemacht.

Keimung der Sporen. Von einer 3 Wochen alten Agarkultur wurden mehrere Präparate in der üblichen Weise angefertigt und um 10 Uhr 20 Minuten unter das Mikroskop bei einer Temperatur von 31° C gebracht; gleichzeitig kamen einige Präparate bei 37° C in den Brutschrank. Alle Sporen erschienen stark lichtbrechend, hellleuchtend (a); um 10 Uhr 40 Minuten begannen sich 2 und 6, um 10 Uhr 55 Minuten auch 4 zu trüben und zu vergrössern. Die Temperatur stieg in den Präparaten allmählich auf 34° C. Um 11 Uhr 30 Minuten sind 2, 4, 6 stark angeschwollen, um 11 Uhr 55 Minuten beginnt 6 polar zu keimen (b) und schon um 12 Uhr 10 Minuten durch teilweise Abstreifung der Sporenhaut ein Mützchen zu bilden. Um 12 Uhr 30 Minuten beginnt auch 2 polar zu keimen (c) und schon eine Viertelstunde später ist sie völlig ausgekeimt, während 6 stark vergrössert ist und sich bei 1 ebenfalls Anzeichen der beginnenden Keimung bemerkbar machen. Nach weiteren 10 Minuten bildet sich auch bei 2 ein kleines Mützchen, indem sich die Sporenhaut etwas von dem Stäbchen abhebt. Um 1 Uhr 5 Minuten zeigt sich bei 6 schon deutliche Teilung des Stäbchens; 2 ist zu einem sehr langen Stäbchen herangewachsen; 4 keimt aus und wächst bald über die noch völlig unveränderte 5, an deren Sporennatur überhaupt Zweifel entstanden waren, heraus. Auch bei No. 1 bildet die etwas sich abhebende Sporenmembran ein kleines Mützchen (d). Das weitere Wachstum geht von nun ab ausserordentlich schnell von statten, wobei sich die Enden der entstehenden Fäden umbiegen (e). Um 1 Uhr 50 Min. keimt auch 3; bei dieser, wie bei No. 4, bleibt auch die Sporenmembran noch eine Zeit lang erhalten, während sie bei 1, 2 und 6 verquillt und verschwindet.

Die Sporenbildung trat in den im Brutschrank befindlichen Präparaten schon am andern Tage ein. Um 10 Uhr zeigten sich in den meisten Zellen mehrere kleine, stark lichtbrechende Körnchen oder ein grösserer, aus diesen Körnchen zusammengeflossener heller Inhaltskörper, aus welchem sich nach einigen Stunden die reife Spore entwickelte. Diese liegt etwas schräg in der Zelle, nahe dem einen Pole der letzteren. Später, vor dem Zerfall der Mutterzellmembran, stellen sie sich mit ihrer Längsrichtung parallel der Längsachse der Mutterzelle. Gewöhnlich liegen je 2 Sporen benachbarter Zellen einander zugekehrt.

Auch bei dieser Art fand Sporenbildung nur bei ungehindertem Zutritt der atmosphärischen Luft statt. In luftdicht verschlossenen feuchten Kammern zerfielen die Stäbchen vor der Sporenbildung.

5. Bacterium turgescens n. sp.

Fig. 5.

Diese Art stammte aus einem Trinkwasser und war schon längere Zeit im bakteriologischen Institut der technischen Hochschule kultiviert worden. Sie stellt ein unbewegliches, sehr langes und dickes Stäbchen von 3,6—4,8 μ Länge und 1,49 μ Breite dar. Die reifen Sporen sind verhältnismässig klein, eiförmig, 1,4 μ lang und 0,95 μ breit.

Auf Agar-Strichkulturen bildet sich ein schmierig-weisslicher, gleichmässiger Belag mit punktförmigen Vertiefungen.

Auf Gelatine-Plattenkulturen werden schon nach 24 Stunden zarte, sternförmige, weissliche Kolonien sichtbar, in deren Umgebung die Gelatine verflüssigt ist. Unter dem Mikroskop zeigen dieselben eine unregelmässig ausgebreitete, centrale Partie, von welcher fadenförmig-wellige, wenig untereinander verflochtene Ausläufer abgehen. Am folgenden Tage hatten die oberflächlich gelegenen Kolonien die Gelatine bereits stark verflüssigt; die tiefer gelegenen zeigten ein schneeflockenartiges Aussehen, welches bei mikroskopischer Betrachtung besonders auffällig war, indem die Ausläufer zu dicken Ästen herangewachsen waren.

Auf Kartoffeln entwickelt sich anfangs sehr langsam ein schmutzig-weisser Anflug, der sich allmählich zu einem derben, matt grau-weissen Belag umbildet.

In Bouillonkulturen findet schon nach 24 Stunden eine starke Trübung der Flüssigkeit statt, während sich nur ein geringer, später etwas reichlicher werdender Bodensatz bildet. An

der Oberfläche der Flüssigkeit bildet sich eine zarte, matte, wachsartige Haut.

In Gelatine-Stichkulturen bildet sich schon nach 24 Stunden eine $1^1/_2$ cm tiefe und $^1/_2$ cm breite sackartige Verflüssigung im Stichkanal, welche sich in den folgenden Tagen nur langsam weiter ausdehnt. Die verflüssigte Gelatine ist getrübt und hat am Grunde weissliche Bakterienmassen abgesetzt.

Für die Beobachtung der Sporenkeimung ist man gezwungen, durch ein besonderes Verfahren sich geeignetes Sporenmaterial zu verschaffen, weil bei dem gewöhnlichen Kulturverfahren meist sehr viel lebensfähige vegetative Zellen neben vereinzelten Sporen vorhanden sind. Am besten ist es, eine Kultur auf schräg erstarrtem Agar eine Woche im Brutschrank, dann eine Woche bei Zimmertemperatur und dann nochmals 3 Tage im Brutschrank zu halten, wodurch die meisten vegetativen Zellen zum Absterben und Zerfallen gebracht werden. Von einer solchen Kultur wurden Präparate um 8 Uhr 45 Minuten bei 34° C zur Beobachtung unter das Mikroskop gebracht und gezeichnet (a). Alle Sporen zeigten sich stark lichtbrechend. Schon nach einer halben Stunde zeigte sich bei den meisten eine Abnahme des Lichtbrechungsvermögens und eine geringe Anschwellung. Um 10 Uhr 15 Minuten sind alle stark angeschwollen und trübe geworden (b). Namentlich tritt eine auffallende Längsstreckung ein, sodass es schwer ist, den Eintritt der eigentlichen Keimung genau festzustellen. Um 10 Uhr 35 Minuten keimen 1, 8 und 9 polar aus, kurze Zeit darauf auch 3, 4, 5 und 6, was jedoch anfangs sehr schwer wahrzunehmen ist. Um 11 Uhr sind dagegen die jungen Stäbchen schon ziemlich herangewachsen und der aus der Sporenhaut hervorragende Teil ist erheblich heller gefärbt, so dass die vollzogene Keimung jetzt ohne Schwierigkeit zu erkennen ist. Bei 6 und 9 beginnt die alte Haut sich bereits ein wenig abzulösen, was an einer kleinen helleren, mützenartigen Aufstülpung zu erkennen ist. 1 streift die Haut sehr schnell ab, so dass sie um 11 Uhr schon neben dem jungen Stäbchen liegt (c). Auch 7 ist inzwischen stark angeschwollen und hat sich erheblich in die Länge gestreckt. Die jungen Stäbchen wachsen jetzt sehr schnell, so dass das Zeichnen derselben bereits Schwierigkeiten macht. Um 11 Uhr 25 Minuten ist 1 bereits beträchtlich über die gewöhnliche Länge eines Stäbchens hinausgewachsen, ohne dass eine Teilungswand zu erkennen ist. Die Sporenhaut ist jetzt auch bei 6, 7 und 9 abgestreift (d). 2 ist kräftig herangewachsen

und zeigt bereits die beginnende Trennung von der Sporenmembran; auch bei 3 und 4, die sich inzwischen geteilt haben, ist dies zu erkennen. Nur bei 5 und 8 haftet die Sporenmembran noch fest an den jungen, aber ziemlich langen Stäbchen. Die weitere Entwickelung der Stäbchen bietet nichts Charakteristisches und erfolgt so rasch, dass eine Zeichnung mit dem Zeichenapparat nicht mehr möglich ist.

Die Sporenbildung begann in denselben Präparaten am nächsten Tage, also etwa 24 Stunden nach der Aussaat der Sporen. Es treten zunächst in den Stäbchen zahlreiche kleinere, stärker lichtbrechende Körnchen auf, welche zu einem oder zwei grösseren Körnchen zusammenfliessen. Diese umgeben sich mit einem etwa die Hälfte des Stäbchens einnehmenden Hofe, welcher aus dichterem Plasma zu bestehen scheint. Wenn 2 Körnchen in einer Zelle zunächst noch eine Zeit lang getrennt bleiben, so vereinigen sie sich erst nach einigen Stunden, und dann entsteht ebenfalls um sie ein deutlich gegen das übrige Plasma abgegrenzter Mantel, welcher bei dem Heranwachsen der Körnchen allmählich verschwindet. Aus den Körnchen entsteht nun die stets genau in der Mitte der Zelle liegende Spore, indem das gesamte Plasma der Zelle dazu aufgebraucht wird.

6. Bacterium brachysporum n. sp.

Fig. 6.

Bacterium brachysporum wurde aus backfertigem Milchweckteig isoliert und stellt ein unbewegliches Stäbchen von durchschnittlich 3 μ Länge und 1,23 μ Breite dar. Es bildet kurze Sporen von 1,3 μ Länge und 1,06 μ Breite, welche durch ihre eigentümlich eckige, unter dem Mikroskop fast quadratisch erscheinende Form auffallen.

Auf Agar-Strichkulturen bildet es einen weisslichgrauen, schmierigen, gleichmässigen Belag.

Auf Gelatine-Plattenkulturen zeigen sich die Kolonien am zweiten Tage in Form von kleinen, gelblich-weissen, schwach durchscheinenden, sternförmigen Pünktchen, in deren Umgebung sich die Gelatine zu verflüssigen beginnt. Unter dem Mikroskop zeigen sie ein eigentümliches Aussehen. Die ganze Kolonie besteht aus stark verschlungenen zarten Fäden, die nach der Mitte zu kaum merklich dichter werden. Am dritten Tage verschwindet dieses Aussehen; es bildet sich eine zusammenhängende hautartige Bakterienmasse, welche in der verflüssigten Gelatine umherschwimmt. Unter dem Mikroskop erscheinen die

Kolonien dann als ein zusammenhängendes, knäuelförmiges Gewirr zarter Fäden.

Auf Kartoffeln bildet diese Art nach 24 Stunden einen sehr schwachen, matt weisslichen Belag, der später ein trockenes, graues, etwas warziges Aussehen erhält.

In Bouillonkulturen bildet sich ein dicker schleimiger Bodensatz, der nach und nach das untere Dritteil der Bouillon einnimmt. Die darüber stehende Flüssigkeit bleibt dauernd klar.

In Gelatine-Stichkulturen entwickelt sich innerhalb 24 Stunden längs des Stichkanals nur eine sehr feine, fadenförmige Kolonie, von welcher aus dicht unter der Oberfläche der Gelatine feine, haarförmige Ausläufer senkrecht zum Stichkanal ausgehen. Diese Ausläufer treten allmählich den ganzen Stichkanal entlang auf, werden aber, je weiter nach unten, um so kürzer. An der Oberfläche breiten sie sich sehr rasch aus und bilden bald eine fast durchsichtige, matt weissliche Schicht. Nach 4 Tagen ist an der Oberfläche Verflüssigung der Gelatine eingetreten; auf der noch festen Gelatine hat sich eine homogene, weisse, hautartige Bakterienmasse abgelagert, während in den tieferen Schichten der Gelatine vom Stichkanal äusserst zahlreiche zarte Ausläufer in die Gelatine dringen, so dass der Stich wie von einem lockeren, fein fädigen Filz umgeben ist.

Zur Beobachtung der Keimung wurde ein Sporenmaterial verwendet, welches von einer 5 Wochen alten Agarkultur stammte. Um 9 Uhr 30 Minuten wurden die Präparate bei 34° C unter das Mikroskop gebracht. Alle Sporen waren stark lichtbrechend, kurz, gedrungen und auffallend eckig (a), rundeten sich aber schon nach einer Viertelstunde ab, verloren etwas von ihrer starken Lichtbrechung und schwollen etwas an (b). Um 11 Uhr 20 Min. keimt 1 polar aus, eine Viertelstunde später auch 2 und 4, während 3 erst eine starke Vergrösserung zeigt (c). Bei 1 beginnt die Sporenhaut sich leicht abzuheben und bildet ein sehr kleines Mützchen. Um 11 Uhr 55 Minuten dreht sich das freie Ende von 1 etwas nach unten, so dass die weitere Entwickelung hierbei zunächst nicht zu beobachten ist. Bei 1, 2 und 4 hebt sich die Sporenhaut deutlich ab (d). Um 12 Uhr 25 Minuten keimt auch 3; bei 1, 2 und 4 ist die Sporenhaut schon weit abgelöst, bei 1 wird sie bald darauf völlig abgestreift. Die jungen Stäbchen sind inzwischen stark herangewachsen (e). Um 12 Uhr 50 Minuten teilen sich 1 und 2, während an dem viel längeren 4 eine Teilungswand nicht zu bemerken ist (f). Von nun an geht das Wachstum sehr schnell vor sich, so dass um 2 Uhr 20 Min.

aus den jungen Stäbchen schon lange, vielzellige Fäden entstanden sind. Die alte Sporenmembran ist aber nur bei 1 abgestreift, während sie bei 2, 3 und 4 noch immer den Stäbchen anhaftet (g).

Die Sporenbildung zeigt keine auffallenden Verhältnisse; sie ist am dritten Tage vollendet. Die Lage der reifen Spore ist aber nicht immer dieselbe; sie liegt bald vollkommen polar, bald mehr der Mitte der Mutterzelle genähert, aber niemals genau central.

7. Bacterium filamentosum E. KLEIN.

Fig. 7.

Diese von E. KLEIN beschriebene, unbewegliche Bakterienart bildet 3,2—4,8 μ lange und 1,62 μ breite Stäbchen. Die Sporen sind fast kugelrund, 1,14 μ breit und nur 1,21 μ lang.

Auf Agar-Strichkulturen bildet es unregelmässige, weisslich-graue Auflagerungen.

In Gelatine-Plattenkulturen bilden sich nach 24 Stunden kleine, weissliche, sternförmige Kolonien. Unter dem Mikroskop zeigt sich bei stärkeren Kolonien ein länglich gestreckter, gelblicher, centraler Teil, von welchem nach allen Seiten höchst unregelmässig zarte, fadenartige, durch eigentümliche Schleifen und Verschlingungen ausgezeichnete Ausläufer abgehen. Am dritten Tage ist die Gelatine stark verflüssigt und die Kolonien schwimmen in ihr wie zart geaderte, weisse Blättchen umher.

Bei schwacher Vergrösserung betrachtet zeigen die Kolonien jetzt ein völlig verändertes Bild; sie stellen nur schmutzig graue, krümelige, zerbröckelte Massen dar, in denen sich nur schwer ein dichteres Centrum und, von diesem ausgehend, eine Aderung erkennen lässt. Die Plattenkulturen riechen anfangs schwach leimartig, später höchst widerlich nach Katzenharn.

Auf Kartoffeln bildet sich eine anfangs mattgraue, allmählich sich gelblich färbende Auflagerung.

In Bouillonkulturen bildet sich schon nach einem Tage an der Oberfläche ein kleines, flockiges Häutchen, das beim Bewegen des Reagensglases zu Boden sinkt. Die Bouillon bleibt anfangs vollständig klar und trübt sich auch später kaum nennenswert; am Boden entsteht ein nach und nach reichlicher werdendes weissliches, schleimiges Sediment.

In Gelatine-Stichkulturen ist nach 24 Stunden kaum ein Wachstum der Kolonie bemerkbar. Nach einigen Tagen treten unter der Oberfläche zarte, vom Impfstich ausgehende Fäden auf, welche sich immer weiter abwärts am Impfkanal entwickeln,

aber nach unten zu rasch kürzer werden. Nach etwa 1 Woche hat sich eine sehr flache, aber bis zu den Glaswänden reichende Verflüssigung eingestellt.

Die Beobachtung der Sporenkeimung wurde zunächst dadurch etwas erschwert, dass es in keiner Weise gelingen wollte, völlig reines, von den alten Membranen der Sporenmutterzellen befreites Sporenmaterial zu erhalten. Die Zellhaut scheint bei dieser Art besonders resistent zu sein, wodurch sich auch die relativ sehr langsam vor sich gehende Keimung erklären mag. Um 9 Uhr 40 Minuten wurde ein Präparat bei 31° C unter das Mikroskop gelegt (a), um 10 Uhr 50 Minuten begannen 1, 2 und 3 sich zu trüben und etwas anzuschwellen, besonders 1 zeigte eine starke Grössenzunahme und war fast kreisrund geworden. Um 11 Uhr wurde die Temperatur zur Beschleunigung der Keimung auf 35° C erhöht. Um 11 Uhr 45 Minuten erst begann auch 4 etwas an Lichtbrechung zu verlieren; alle Sporen zeigten eine langsame Verminderung der Lichtbrechung und eine allmähliche Grössenzunahme. Um 2 Uhr 50 Minuten beginnt 1 polar zu keimen, aber erst eine halbe Stunde später tritt das junge, kurze und plumpe Stäbchen deutlich aus der Öffnung der Sporenmembran hervor, indem sich die letztere gleichzeitig seitlich etwas abhebt (b). Gleichzeitig beginnt auch 2 polar zu keimen, während sich 3 und 4 nicht wesentlich verändert haben. Der weitere Fortschritt in der Entwickelung war ein sehr langsamer und bis 6½ Uhr zeigte sich keine erhebliche Veränderung; die Flamme unter dem Wärmekasten wurde nun gelöscht und das Präparat bei Zimmertemperatur belassen. Am andern Morgen wurde die Beobachtung um 8 Uhr wieder aufgenommen. 1 war kräftig herangewachsen und hatte die alte Sporenmembran zur Hälfte abgestreift; dieselbe hob sich deutlich von dem Stäbchen als heller, umfassender Bogen ab. Auch 2 hatte die Sporenmembran etwas abgeschoben, steckte aber noch in der alten Membran der Sporenmutterzelle. 3 und 4 waren auch jetzt noch nicht gekeimt (c). Erst am Abend dieses Tages, also 36 Stunden nach der Aussaat, keimten auch 3 und 4. 1 und 2 hatten die Sporenhaut völlig abgestreift und sich mehrmals geteilt. Die weiteren Teilungen erfolgten erheblich rascher.

Die Sporenbildung zeigte bei dieser Art nichts Charakteristisches; sie erfolgt, entsprechend der langsamen Entwickelung überhaupt, verhältnismässig spät, erst 4 Tage nach der Aussaat. Die Sporen liegen nicht regelmässig, bald genau in der Mitte, bald etwas mehr einem Ende genähert.

8. Bacillus pectocutis n. sp.

Fig. 8.

Bacillus pectocutis wurde auf Gelatineplatten aus der Luft des bakteriologischen Instituts zu Karlsruhe gezüchtet. Er bildet 3.6—3,9 μ lange und 1,26 μ breite Stäbchen. Die Sporen sind rundlich, 1,8 μ lang, 1,52 μ breit. Durch Geisselfärbung nach LÖFFLER liessen sich rings um den Körper gleichmässig angeheftete Geisseln sichtbar machen.

Auf Agar-Strichkulturen bildet er einen grau-weissen, glatten, glänzenden Belag.

In Gelatine-Plattenkulturen bilden sich bereits nach 20 Minuten unregelmässig, gelblich-weisse, zerfliessende, stecknadelkopfgrosse Kolonien, die unter dem Mikroskop unregelmässig rundlich, dunkelbraun, grobkörnig, schwach gestreift erscheinen. Am nächsten Tage war die Platte völlig verflüssigt.

Auf Kartoffeln bildet sich ein erst am dritten Tage sichtbar werdender dünner, matter, grau-gelblicher, trockener Belag.

In Bouillon entsteht eine langsam zunehmende, geringe Trübung und ein weisser, schleimiger Bodensatz.

In Gelatine-Stichkulturen zeigt sich am zweiten Tage eine kaum $^1/_2$ cm breite, sehr flache Verflüssigung, welche am andern Tage die ganze Oberfläche einnimmt, sich aber nur wenig vertieft hat. Unterhalb dieser verflüssigten Gelatine gehen vom Stichkanal einige feine Ausläufer in den Nährboden ab. Nach 4 Tagen hat sich auf der Oberfläche ein dünnes, weisses Häutchen gebildet, welches auf der etwa 3 mm tief verflüssigten Gelatine schwimmt. Auch im Stichkanal ist es inzwischen zu einem Wachstum der Bakterien und zu einer geringen Verflüssigung gekommen; die milchig trübe Bakterienmasse hat im Stichkanal die Form eines unregelmässig schraubig gewundenen Fadens angenommen. Eine Woche alte Gelatine-Stichkulturen zeigen nur ein wenig verändertes Aussehen; das Häutchen ist meist auf den Grund der jetzt 5 mm tief verflüssigten Gelatine herabgesunken.

Zur Beobachtung der Sporenkeimung wurde Material von einer 6 Wochen alten Agarkultur verwendet. Das Präparat kam um 9 Uhr 10 Minuten bei 30° C unter das Mikroskop; später stieg die Temperatur langsam bis auf 33° C. Die Sporen waren anfangs stark lichtbrechend (a), doch schon um 9 Uhr 38 Minuten begann bei 1 eine Abnahme der starken Lichtbrechung. Um 9 Uhr 55 Minuten waren auch 3 und 4 trüber geworden und 1 hatte sich merklich vergrössert. Um 11 Uhr 50 Minuten hat

auch 2 die starke Lichtbrechung verloren, 1 hat sich sehr stark vergrössert und beginnt um 12 Uhr 15 Minuten polar zu keimen (b). Um 12 Uhr 50 Minuten hat 1 bereits die doppelte Grösse der alten Spore erreicht, deren Haut das hintere Ende des jungen Stäbchens noch fest umschliesst (c). Um 1 Uhr 50 Minuten ist 1 bereits lang ausgewachsen und die Sporenhaut beginnt sich in Form eines sehr kleinen Mützchens an dem einen Ende des Stäbchens abzuheben. Die übrigen Sporen zeigen keine Veränderung (d). Erst um 3 Uhr zeigt sich bei 1 die erste Teilungswand: die Sporenhaut ist etwas weiter abgestreift (e). Jetzt erfolgen die Teilungen etwas rascher; um 3 Uhr 35 Min. ist bereits eine zweite Teilung zu erkennen (f), um 4 Uhr sind bereits 4 Zellen aus 1 entstanden, von denen die letzte sich losgelöst hat (g). Um 4 Uhr 25 Minuten haben sich alle Zellen noch einmal geteilt, im übrigen aber hat weder eine Loslösung der Sporenmembran von dem jungen Stäbchen stattgefunden, noch sind die andern Sporen weiter entwickelt (h). Am andern Morgen um 8 Uhr waren sie jedoch zu langen Fäden ausgekeimt; bei 1, 3 und 4 haftet die alte Sporenhaut noch immer fest an dem einen Ende des Fadens, bei 2 war sie jedoch nicht mehr zu erkennen und wahrscheinlich verquollen. Auch in den andern gleichzeitig in den Brutschrank und unter 2 andere Mikroskope gebrachten Präparaten zeigte sich stets an dem einen Ende der langen Zellfäden noch die wohlerhaltene Sporenmembran.

Die Sporenbildung zeigt keine auffallenden Erscheinungen. Um 10 Uhr begannen sich kleine Körnchen im Zellinhalt bemerkbar zu machen, von denen eines an Grösse und Lichtbrechung rasch zunahm, während die andern nach und nach verschwanden. Um 2 Uhr ist in der Mitte der Zelle ein stark lichtbrechendes Körnchen als Sporeninitiale erkennbar: dasselbe wächst unter gleichzeitiger Zunahme des Lichtbrechungsvermögens bis abends um 7 Uhr zu der fertigen Spore heran. Die Sporen liegen ungefähr in der Mitte der Zelle, jedoch oft etwas nach einem Pole hin verschoben.

9. Bacillus cursor n. sp.

Fig. 9.

Wie die vorige Art wurde auch Bacillus cursor aus der Luft des bakteriologischen Institutes erhalten. Er stellt lange, schlanke Stäbchen von 4,76 μ Länge und 1,35 μ Breite dar. Die Sporen

sind rundlich, 1,45 μ lang, 1,12 μ breit. Das Stäbchen besitzt wenige über den ganzen Körper verteilte Geisseln.

Auf Agar-Strichkulturen bildet es einen grau-weissen, gleichmässigen, wachsartigen Überzug.

In Gelatine-Plattenkulturen erscheinen nach 20 Stunden weissliche, unregelmässig rundliche, kleine Kolonien, welche bei schwacher Vergrösserung einen dichten Kern mit zahlreichen, zackig-stacheligen Ausläufern zeigen. Am nächsten Tage beginnen die Kolonien zu zerfallen und in der verflüssigten Gelatine zu zerfliessen; unter dem Mikroskop erscheinen sie dann unregelmässig rundlich, an den Rändern stark zerschlitzt, weit und diffus in die Gelatine verlaufend. Die Kulturen riechen höchst widerlich nach Katzenharn.

Auf Kartoffeln bildet sich langsam eine dicke, ebene, matt grau-gelbe Auflagerung.

In Bouillon bildet sich zunächst nur am Boden ein weisser schleimiger Satz, der sich später unter gleichzeitiger Trübung der Bouillon reichlich vermehrt.

In Gelatine-Stichkulturen zeigt sich schon nach 20 Stunden an der Einstichstelle eine kleine, grubige Verflüssigung, die sich am folgenden Tage über die ganze Oberfläche ausbreitet und etwa 3 mm Tiefe erreicht. Im Stichkanal hat sich eine geringe, fadenartige Kolonie entwickelt, welche einige wurzelartige Ausläufer in die feste Gelatine entsendet. Zwei Tage später schwimmt auf der 4 mm tief verflüssigten, trüben Gelatine eine zarte, zerrissene, milchweisse Haut. Auch im Stichkanal ist eine nach oben zu etwas breiter werdende, geringe Verflüssigung eingetreten; im unteren Teile hat sich eine gelbliche, fadenartige, gekrümmte Bakterienmasse abgelagert. Nach einer Woche ist das Bakterienhäutchen zu Boden gesunken, der Stichkanal ist etwas breiter geworden und die Zahl der Ausläufer hat sich etwas vermehrt.

Zur Beobachtung der Keimung wurde das Sporenmaterial einer 4 Wochen alten Agar-Strichkultur entnommen. Um 8 Uhr 45 Minuten wurden die Präparate bei einer Temperatur von 31° C unter das Mikroskop gelegt; um 9 Uhr 27 Minuten zeigten sich bereits 2, 4 und 5 etwas getrübt (a). Um 11 Uhr war 4 stark gequollen, auch 2 und 5 hatten sich etwas vergrössert, dagegen waren 1 und 3 unverändert stark lichtbrechend. Um 2 Uhr 5 Minuten keimt 4 polar aus. Die alte Sporenhaut hebt sich scharf von dem helleren Stäbchen, welches noch zum Teil von ihr umschlossen bleibt, ab (b); 2 ist stark gequollen und

lang gestreckt, die Keimung erfolgt um 2 Uhr 30 Minuten. Um 2 Uhr 45 Minuten teilt sich 4 bereits das erste Mal; 2 ist stark herangewachsen und streift die Sporenmembran grösstenteils ab; auch bei 5 erfolgt jetzt polare Keimung und bei 3 ist ebenfalls eine Quellung zu erkennen (c). Nach weiteren 10 Minuten zeigt das untere Stäbchen von 4 eine neue Teilung, es hat sich fast ganz von der alten Sporenmembran befreit (d). Die jungen Keimzellen von 2 und 5 haben die Sporenmembran abgestossen und schwimmen gleich darauf davon. Bei 3 tritt jetzt sehr leicht und deutlich erkennbar die Keimung ein, wie überhaupt bei dieser Art der Eintritt der Keimung besser zu erkennen ist als bei den meisten andern Arten. Besonders charakteristisch für Bacillus cursor ist aber das sofort nach der Keimung auftretende Bewegungsvermögen der jungen Zellen, welche davon schwimmen, sobald sie die Sporenhaut abgestreift haben. Deshalb ist eine weitere Verfolgung der Keimungsvorgänge mit dem Eintritt der Beweglichkeit unmöglich.

Die Sporenbildung erfolgt in denselben Präparaten im Laufe des folgenden Tages. Nachdem die Stäbchen zur Ruhe gekommen sind, fängt der Zellinhalt an feinkörnig zu werden; um 11 Uhr ist er in allen Zellen stark granuliert. Bis um 4 Uhr nachmittags hat sich die Zahl der Körnchen bis auf 2—3 in jeder Zelle vermindert, diese sind dafür aber um so grösser geworden. Am folgenden Morgen sind die Körnchen zu einem einzigen in der Mitte der Zelle liegenden zusammengeflossen, welches jedoch noch weit weniger stark lichtbrechend ist als die reife Spore. Erst am folgenden Tage, also 2 Tage nach der Keimung, ist die Sporenbildung beendet. Die Sporen liegen in der Mitte der Zelle. Die alte Membran der Sporenmutterzelle zerfällt sehr rasch, so dass gewöhnlich nur sporenfreie Zellen und freie Sporen, selten Zellen mit reifen Sporen zu sehen sind.

10. Bacillus paucicutis n. sp.

Fig. 10.

Diese Art wurde von mir in gebackenem Mecklenburger Schwarzbrot (Roggenbrot) gefunden. Er stellt ein schlankes Stäbchen von 2,1—3,2 μ Länge und 0,92 μ Breite dar, dessen Sporen 0,77 μ breit und 1,05 μ lang sind. Dieselben fanden sich bereits in einer 2 Tage alten Gelatineplatten-Kultur vollständig ausgebildet. Er besitzt wenige lange, über den ganzen Körper gleichmässig verteilte Geisseln, doch fallen die seiten-

ständigen leicht ab, so dass man mitunter glauben könnte, eine polar begeisselte Art vor sich zu haben.

Auf Agar-Strichkulturen bildet er einen dünnen grauen, matt wachsglänzenden Überzug.

In Gelatine-Plattenkulturen entwickeln sich die Kolonien erst am zweiten Tage soweit, dass sie dem blossen Auge sichtbar werden, gleichzeitig die Gelatine fast vollkommen verflüssigend. Sie sind gross, rundlich, von grau-gelblicher Farbe. Unter dem Mikroskop erscheinen die von der Gelatine umschlossenen Kolonien klein, rund, bräunlich, etwas runzelig, während die oberflächlich gelegenen die Gelatine in weitem Umkreise verflüssigt haben und in einzelne grau-gelbe Fetzen zerfallen sind, die nur noch lose zusammenhängen.

Auf Kartoffeln bildet sich langsam ein trockener, matt grau-gelblicher, ebener Belag.

In Bouillon tritt nach einigen Tagen eine Trübung ein. Ein Bodensatz oder ein Häutchen an der Oberfläche bildet sich auch noch längere Zeit nicht.

In Gelatine-Stichkulturen ist am folgenden Tage noch kaum ein Wachstum bemerkbar, jedoch schon einen Tag später hat sich an der Einstichstelle eine 1 cm breite und ebenso tiefe trichterförmige Verflüssigung der Gelatine gebildet. Die verflüssigte Gelatine ist weisslich getrübt. Im Stichkanal ist noch etwa 1 cm tief Wachstum der Bakterien erfolgt, darunter ist jede Entwickelung ausgeblieben. Allmählich vertieft und erweitert sich der Verflüssigungstrichter, so dass er nach einer Woche etwa 2,5 cm tief ist und die Form eines hessischen Tiegels angenommen hat.

Zur Beobachtung der Keimung wurde das Sporenmaterial einer 6 Wochen alten Agarkultur entnommen. Um 8 Uhr 15 Minuten wurden die Präparate bei einer Temperatur von 31° C unter das Mikroskop gebracht und gezeichnet (a). Alle Sporen sind stark lichtbrechend, rundlich eiförmig. Bis nachmittags um 5 Uhr 30 Minuten war irgend eine Veränderung an den Sporen nicht wahrzunehmen. Darauf wurden die Flammen unter den Wärmekästen ausgelöscht und am andern Morgen wieder angezündet. Um 9 Uhr 30 Minuten hatte die Temperatur in den Kästen 35° C erreicht; die Sporen waren noch unverändert. Erst um 10 Uhr 35 Minuten wird 3 etwas trüber und um 11 Uhr 20 Minuten verlieren auch die übrigen Sporen etwas von ihrem Lichtbrechungsvermögen; 3 ist etwas angeschwollen und hat sich ein wenig in die Länge gestreckt, um 11 Uhr 55 Minuten er-

folgt die Keimung polar (b). Übrigens ist es sehr schwer, den Beginn der Keimung festzustellen, weil das junge Stäbchen sich weder in der Breite noch in seinem Lichtbrechungsvermögen von der gequollenen Spore wesentlich unterscheidet. Es rührt dies daher, dass die Sporenhaut bei dieser Art ausserordentlich zart ist und erst, wenn sie vollkommen abgestreift ist, als ein äusserst dünnes und kleines Häutchen wahrzunehmen ist, welches bald verquillt und verschwindet. Bei 1 und 2 beginnt die Keimung ebenfalls, 4 ist noch nicht wesentlich gequollen, aber weniger lichtbrechend (b). Um 12 Uhr 10 Minuten zeigt sich bei 1 eine sehr zarte Andeutung einer Querlinie im unteren Dritteil der jetzt sehr langgestreckten Zelle, wahrscheinlich die Stelle bezeichnend, an welcher das Stäbchen aus der Sporenmembran hervortritt. Bei 2 ist eine solche Längsstreckung eingetreten, dass jedenfalls die Keimung bereits erfolgt ist, ohne dass es jedoch möglich wäre, ein anderes Anzeichen als die Längsstreckung wahrzunehmen. 3 hat sich in 2 Stäbchen geteilt und seine winzige Sporenhaut abgestreift (c). 4 ist etwas vergrössert. Um 12 Uhr 25 Minuten sind 1 und 2 je einmal geteilt, bei 2 liegt die abgestreifte, sehr kleine Sporenhaut neben der Zelle, bei 1 ist eine Sporenhaut überhaupt nicht wahrzunehmen, 3 hat sich wiederholt geteilt, die abgestreifte Sporenhaut ist verquollen und nicht mehr wahrzunehmen (d). Nach weiteren 20 Min. ist auch die Sporenmembran von 2 verschwunden. 4 hat sich nicht weiter entwickelt.

Die Sporenbildung ist bei dieser Art wenig charakteristisch. Der Zellinhalt wird feinkörnig; es entstehen einzelne stärker lichtbrechende Körnchen, welche heranwachsen und zu der jungen Spore zusammenfliessen. 24 Stunden nach der Keimung ist die Sporenbildung vollendet. Die Sporen liegen in der Mitte der Zelle.

11. Bacterium implectans n. sp.

Fig. 11.

Diese Art stammt ursprünglich aus Trinkwasser, wurde aber bereits längere Zeit im bakteriologischen Institut gezüchtet.

Es ist ein unbewegliches, 2,3—3,4 μ langes und 0,87 μ breites Stäbchen mit länglich eiförmigen Sporen von 1,53 μ Länge und 0,85 μ Breite.

Auf Agar-Strichkulturen bildet sich ein ebener, wachsartiger, weisslicher Belag.

In Gelatine-Plattenkulturen sind am folgenden Tage mit unbewaffnetem Auge kleine, feine, gelbliche Pünktchen zu

sehen, die in der schon etwas verflüssigten Gelatine schwimmen. Unter dem Mikroskop zeigen sich dieselben als bräunliche, kleine, unregelmässig rundliche Kolonien, von denen aus vielfach hellgraue, häufig Schleifen und Verschlingungen zeigende Ausläufer ausgehen. Am nächsten Tage schwimmen die grau-gelblichen Kolonien bereits in der flüssigen, nach Harn riechenden Gelatine und sind mikroskopisch als stark unregelmässig zerstreute, lockenartige Kolonien erkennbar, die in fein gewellten Ausläufern enden.

Auf Kartoffeln bildet sich zuerst ein mattgrauer, zarter Belag, welcher bald schwach gelbliche Ränder, die, bei reichlicher Vermehrung des grauen Belages schön hell citronengelb werden, zeigt.

In Bouillon entsteht eine Trübung der Flüssigkeit und es bildet sich ein langsam sich vermehrender, geringer Bodensatz.

In Gelatine-Stichkulturen ist nach 20 Stunden bis 1 cm tief ein Wachstum der Bakterien im Stichkanal erkennbar. Von dem letzteren gehen wenige haarartige Ausläufer wagrecht in die Gelatine aus. Am nächsten Tage ist bereits ein zwei Drittel der Oberfläche einnehmendes flaches, mit weisslich trüber Masse erfülltes Verflüssigungsnäpfchen entstanden. Die haarigen Ausstrahlungen sind vermehrt und gehen bis an die Glaswand. 2 Tage später liegt auf der Oberfläche eine dünne, matte Haut, darunter ist die Gelatine 6 mm tief verflüssigt. Die vom Stichkanal ausgehenden Ausstrahlungen haben sich jetzt so stark vermehrt, dass sie ein filziges Aussehen besitzen. Nach einer Woche liegt auf der Oberfläche eine dicke, rahmartige Haut, die filzigen Ausläufer erstrecken sich fast bis auf den Boden.

Bei der Untersuchung der Keimung zeigte sich zunächst, dass selbst in einer 2 Monate alten Kultur die Mehrzahl der Sporen noch von mehr oder weniger grossen Resten der alten Bakterienmembran umgeben war, was in der Zeichnung jedoch fortgelassen wurde. Um 8 Uhr 55 Minuten wurden die Präparate bei 30° C eingelegt und um 10 Uhr gezeichnet, weil sie vorher noch infolge von Kondensationswasserbildung nicht ganz fest lagen. Die Temperatur betrug jetzt 34° C. Von den anfangs stark lichtbrechenden Sporen waren jetzt 2, 3, 4 und 5 getrübt und etwas vergrössert (a), 1 noch klar. Um 12 Uhr 25 Minuten sind 4 und 5 polar ausgekeimt, 2 und 3 stark vergrössert; 1 beginnt sich ein wenig zu trüben (b). Schon nach 20 Minuten sind 4 und 5 lang ausgekeimt und haben bereits einen Teil der alten Sporenhaut, als helleres Mützchen sichtbar, abgestreift. 3 ist kräftig polar ausgewachsen und 2 beginnt ebenfalls zu keimen;

1 ist unverändert (c). Nach einer weiteren halben Stunde (1 Uhr 20 Minuten) hat sich 3 bereits zweimal vegetativ geteilt und die alte Haut zur Hälfte abgelöst; 5 hat sich ganz von derselben befreit und ist einmal geteilt, ebenso wie 4, dem aber noch ein Teil der alten Haut ansitzt. 2 ist auch schon grossenteils der Sporenhaut entwachsen und hat die normale Länge eines Stäbchens erreicht; 1 ist in der Entwickelung nicht fortgeschritten (d). Von jetzt ab war es nicht mehr möglich, alle 4 durch Zeichnung zu verfolgen, und es wurde daher nur noch 3 etwas weiter beobachtet. Dasselbe hatte sich um 2 Uhr schon auf 6 Stäbchen vermehrt und die alte Haut hing nur noch lose seitlich an (e_3); um 2 Uhr 10 Minuten bestand es bereits aus 8 Stäbchen, deren obere seitlich an der alten Sporenhaut vorbeigewachsen waren (f_3).

Sporenbildung: Der Inhalt der am nächsten Vormittage zu auffallend langen und vielfach verschlungenen Fäden verbundenen Stäbchen begann zu granulieren und die Sporenbildung war in langsamem Fortschritt bis nachmittags 6 Uhr vollendet. Die Sporen liegen central.

Die Sporenbildung erfolgt in der gewöhnlichen Weise, dass die am nächsten Vormittage zu langen und vielfach verschlungenen Fäden ausgewachsenen Stäbchen zunächst beginnende Körnelung des Plasmas zeigten. Dann entstand in der Mitte der Zelle ein stärker lichtbrechendes Körnchen, welches unter Grössenzunahme bis abends 6 Uhr zur reifen Spore heranwuchs. Die Sporen liegen stets in der Mitte der Zelle.

12. Bacillus cylindrosporus n. sp.

Fig. 12.

Dieser an den Enden wenig abgerundete, eckige Bacillus stammt aus Wasser und wurde im bakteriologischen Institut gezüchtet. Er ist 3—3,3 μ lang, 0,95 μ breit, seine längliche, cylindrische, ziemlich scharf rechteckige Spore hat eine Länge von 1,82 μ und eine Breite von 1,12 μ.

Die Geisseln stehen rings um den Körper gleichmässig verteilt.

In Gelatine-Plattenkulturen zeigte sich schon nach einem Tage eine starke Verflüssigung der Gelatine. Die Kolonien waren dünnhäutig, mattweiss, unregelmässig ausgebuchtet, stark zerklüftet und ohne erkennbar zunehmende Dichtigkeit nach dem Centrum hin. Am Abend desselben Tages war bereits alles ineinander geflossen.

Auf Kartoffeln: Der am Tage nach der Impfung noch kaum erkennbare, schwach glänzende Anflug hatte sich am nächsten

Tage schon zu einem in der Folge noch vermehrten, ziemlich starken, gelblich-weissen, schmierig-glänzenden Belag herangebildet.

In Bouillon kommt es in den ersten Tagen nicht zu einer Trübung, auch später nur zu einer sehr geringen; ein Bodensatz bildet sich ebenfalls nicht.

In Gelatine-Stichkulturen war nach 20 Stunden auf der Oberfläche ein kleiner, 1 cm tiefer und $^1/_2$ cm breiter Trichter gebildet, der am folgenden Tage über die ganze Oberfläche sich ausbreitete, $2^1/_2$ cm tief ging, konisch war und weissliche Farbe zeigte. Im Stich darunter war von einem Bakterienwachstum nichts zu bemerken. Zwei Tage darauf war die Oberfläche mit einer sehr dünnen, matt-weissen Haut bedeckt; die Verflüssigung darunter reicht bis zur halben Höhe der Gelatineschicht, nahm die ganze Breite des Glases ein und war von trübschleimigen, weisslichen Flocken durchsetzt. In dem Stichkanal in der unteren festen Gelatine zeigte sich kein Wachstum.

Zur Beobachtung der Keimung wurde Sporenmaterial einer 3 Wochen alten Agarkultur verwendet und hiervon vormittags 8 Uhr 50 Minuten Präparate bei 34° C eingelegt und gezeichnet (a). Während des ersten Tages bis 6 Uhr am Nachmittage blieben die Sporen stark lichtbrechend und eckig, wie sie morgens gewesen waren (a). Alsdann wurde die Flamme gelöscht und am nächsten Vormittage 9 Uhr wieder angezündet. Temperatur 31° C. Während der Nacht hatten alle ihre eckige Form verloren und sich abgerundet und waren, ausser 3, matt geworden (b). Um 10 Uhr wurde die Temperatur auf 34° C erhöht. Um 10 Uhr keimt 1; um 10 Uhr 10 Minuten 2, 4 und 5 polar aus; 3 ist etwas vergrössert und matt geworden, ebenso 6 (c). 11 Uhr sind auch 3 und 6 polar ausgekeimt; 1, 2 und 4 sind bereits einmal geteilt. 1 und 2 lassen den Beginn der Ablösung der alten Sporenhaut als zartes Mützchen erkennen, ebenso 5, welches über die normale Stäbchenlänge ausgewachsen, aber noch nicht geteilt ist (d). 11 Uhr 20 Minuten sind 1, 2 und 4 schon zu je 3 Stäbchen ausgewachsen, 5 zu 2; 3 und 6 sind kräftig aus der alten Haut herausgetreten, die sich bei ihnen abzulösen anfängt, wie auch bei 4 und 5. 2 hängt nur noch lose mit der alten Haut zusammen, 1 hat dieselbe schon völlig abgestreift (e). Bald danach teilen sich auch 5, dann 6 und 3, jedoch nur einmal, wie überhaupt bei dieser Art eine Teilung in mehr als 3 Stäbchen nicht beobachtet wurde. Am andern Vormittage nämlich war dies bei manchen noch deutlich zu erkennen, da sie nicht

so sehr durcheinander gewachsen waren und viel weniger dicht lagen, als dies bei andern Arten der Fall, bei denen am Tage nach der Keimung die Stäbchen meist ein mehrschichtiges dichtes Bakteriengewirre bilden.

Die Sporenbildung verläuft in der gewöhnlichen Weise ohne charakteristische Eigentümlichkeiten. Am Abend des zweiten Tages besassen alle Stäbchen Sporen, welche vollkommen endständig waren. Dieselben sind cylindrisch, unter dem Mikroskop fast rechteckig und passen sich genau der Form des Stäbchens an, etwa ein Dritteil desselben völlig ausfüllend.

13. Bacillus leptodermis n. sp.

Fig. 13.

Bacillus leptodermis stellt einen schlanken, beweglichen Bacillus von 2,1—2,4 μ Länge und 0,84 μ Breite dar. Die Spore ist sehr klein, rechteckig, geradseitig, 1,43 μ lang, 0,66 μ breit. Die Stäbchen besitzen über den ganzen Körper zerstreute zarte Geisseln.

In Agar-Strichkulturen entsteht ein sehr zarter, nur wenig bemerkbarer, wachsartig gelblich-grauer Belag.

In Gelatine-Plattenkulturen zeigen sich nach 1 Tage sehr feine, gelbliche Pünktchen. Unter dem Mikroskop erscheinen diese als zarte, runde, hell rehfarbene Kolonien von etwas gekörntem Aussehen. Am dritten Tage sind sie etwas grösser und dunkler bräunlich; nicht verflüssigend, geruchlos.

Auf Kartoffeln entsteht nach 1 Tage ein stark glänzender, farbloser Belag, der sich am nächsten Tage zu einem orangegelben, matten, runzeligen Rasen umwandelt.

In Bouillon zeigt sich am Tage nach der Impfung nur eine Spur Trübung, die auch nach mehreren Tagen kaum bemerkbar zunimmt.

In Gelatine-Stichkulturen ist am folgenden Tage noch kaum ein Wachstum der Kolonie sichtbar, am dritten Tage zeigt sie sich in der oberen Hälfte des Stichkanals ein wenig angewachsen und an der Oberfläche eine kleine Verbreiterung. In den folgenden Tagen bis zum Ende einer Woche geht das Wachstum nur sehr langsam fort. Eine Verflüssigung findet nicht statt, nur wird die Gelatine oben, wo sich die Verbreiterung zuletzt über die ganze Oberfläche erstreckt, etwas gallertig.

Zur Beobachtung der Keimung wurde das Sporenmaterial einer 2 Monate alten Agar-Strichkultur entnommen. Die Präparate kamen 8 Uhr 53 Minuten bei 29° C unter die Mikroskope und

zeigten sich sämtlich stark lichtbrechend (a). Da die Entwickelung lange auf sich warten liess, erhöhte ich um 9 Uhr 45 Minuten die Temperatur des Wärmekastens auf 35° C; allein erst um 12 Uhr wurde 3 etwas matter und begann die eckige Form etwas abzurunden (b). Um 2 Uhr 20 Minuten keimte 3 anscheinend polar aus und verschob hierbei 2 etwas schräge zur Seite (c). Um 2 Uhr 55 Minuten ist 2 noch mehr verdrängt, aber gleich wie 1 noch völlig unverändert. Hingegen ist 3 länger, zu einem ungemein zarten Stäbchen ausgewachsen, an dem eine Hülle am einen Ende nur mit grosser Aufmerksamkeit und günstiger Beleuchtung bemerkbar ist (d). Um 3 Uhr 50 Minuten hat sich 3 einmal geteilt (e): die Trennungslinie ist ebenfalls sehr zart, von der alten Sporenhaut ist absolut nichts wahrzunehmen. Auch bei der Untersuchung der gleichzeitig in den Brutschrank (bei 37° C) gelegten Präparate mit ZEISS Apochromat 2 mm war nur bei der Keimung selbst am einen Ende des Stäbchens eine sehr minimale Lichtbrechungsdifferenz zu entdecken, wodurch sich die Sporenmembran von dem freien Ende des Keimstäbchens unterscheiden liess, während trotz eifrigsten und langen Suchens nie eine abgestreifte Sporenhaut gefunden werden konnte. Stäbchen und Spore scheinen mit ungemein zarten Membranen versehen zu sein, da sowohl die alte Sporenhaut (c, d und f) als auch die Scheidewände bei der vegetativen Vermehrung der Stäbchen (e und f) nur sehr schwer wahrnehmbar sind. Dass abgestreifte Sporenhüllen nicht aufgefunden werden konnten, erklärt sich wohl durch die infolge ihrer sehr zarten Struktur bewirkte, fast momentane Verquellung nach der Abstossung, oder aber die alte Sporenhaut streckt sich direkt zur neuen Bakterienmembran, was allerdings weniger wahrscheinlich ist.

Um 4 Uhr 15 Min. endlich beginnt auch 1 zu keimen, während 3 sich inzwischen in 4 Teile geteilt hat, von denen 2 Stäbchen seitlich verschoben sind. 2 aber ist unentwickelt geblieben (f).

Die Sporenbildung bietet keinerlei bemerkenswerte Erscheinungen, nur verläuft sie langsamer als bei den meisten andern untersuchten Arten, da sie erst 3 Tage nach der Keimung vollendet ist. Die Sporen bilden sich stets in einzelnen nicht zu Fäden verbundenen Stäbchen und liegen in der Mitte der Zelle.

14. Bacillus bipolaris n. sp.

Fig. 14.

Dieser aus der Luft des bakteriologischen Institutes gewonnene bewegliche, grosse Bacillus mass circa 3,36 μ in der

Länge und 1,15 μ in der Breite; seine elliptische Spore war 1,46 μ lang und 1,12 μ breit.

Er besitzt über den ganzen Körper zerstreute Geisseln.

Auf Agar-Strichkulturen bildet sich ein weisslich glänzender, gleichmässiger Überzug.

In Gelatine-Plattenkulturen sind am zweiten Tage sehr zarte, weisse Pünktchen zu bemerken, die unter dem Mikroskope flache, stark ausgebuchtete, dünne, gelb-graue, flechtenblattähnliche Kolonien darstellen. Die unter der Oberfläche liegenden Kolonien sind mehr rund und gelblich braun. Am nächsten Tage schwammen die grau-weisslichen Kolonien bereits in der verflüssigten Gelatine, welche nach Katzenharn roch. Mikroskopisch zeigten sich die Kolonien unregelmässig gebuchtet, braun, mit welligen Ausstrahlungen.

Auf Kartoffeln bildet sich nur langsam ein mattglänzender, schmieriger, grau-gelblicher Belag.

In Bouillon entsteht zunächst ein weisslich-schleimiger Bodensatz, während die Flüssigkeit fast klar bleibt. In den folgenden Tagen trübt sich die Bouillon unter gleichmässiger Zunahme des Bodensatzes etwas stärker.

In Gelatine-Stichkulturen hat sich nach 18 Stunden eine flach schalenförmige Ausbreitung von 1 cm Durchmesser auf der Oberfläche der Gelatine mit geringer Einsenkung in dieselbe gebildet. Die weisslich trübe Verflüssigung nimmt am andern Tage schon die ganze Oberfläche ein und geht 4 mm tief. Im Stichkanal haben sich die Bakterien anfangs nicht entwickelt; 2 Tage darauf hat sich jedoch ein weisslich trüber, schraubig gewundener Faden im Stichkanal gebildet. Die Verflüssigung ist etwas vergrössert, und 4 Tage später hat sich an der Oberfläche ein zartes, mattes Häutchen gebildet, während die nicht mehr in die Tiefe fortgeschrittene Verflüssigung nunmehr die ganze Breite des Glases einnimmt. Der Stich ist unverändert.

Zur Beobachtung der Keimung wurde Sporenmaterial einer 6 Wochen alten Kultur entnommen. Die Präparate wurden bei 29° C morgens 10 Uhr 20 Minuten unter das Mikroskop gebracht und gezeichnet. Alle 4 Sporen waren stark lichtbrechend (a), aber schon nach 10 Minuten trübten sie sich etwas und waren weniger eckig (b). Die Temperatur stieg bis um 12 Uhr auf 33° C. Allmählich nahmen sie an Umfang zu, an Lichtbrechungsvermögen ab, so dass sie 1 Uhr 50 Minuten zu beträchtlicher Grösse angeschwollen waren (c). Da die Membran der Sporen stark verquillt, besonders an den Polen, so ist der Anfang

der Keimung oft schwer wahrzunehmen und erst 2 Uhr 30 Min. wird durch einzelne, sehr zarte Trennungslinien die begonnene Keimung angedeutet. 1 und 3 zeigen an beiden Polen, wenn auch bei 3 nur mit äusserster Anstrengung bemerkbar, das Hervortreten des keimenden Stäbchens in Form sehr kleiner, flacher Linsen. Bei 2 ist nur eine solche Linse am unteren Ende zu sehen, bei 4 nichts (d). Der bisher nur sehr langsam verlaufene Prozess ist offenbar auf das hohe Alter der Agarkultur zurückzuführen, infolge dessen die Sporen stark eingetrocknet waren. Dann, nachdem die Sporen bis gegen 2 Uhr ihr Volumen stetig vermehrt haben, geht der Keimungsprozess in wesentlich schnellerem Tempo vor sich. Bereits 2 Uhr 50 Minuten ist an allen 4 die Keimung ziemlich deutlich erkennbar, und zwar stellt sich dieselbe nun überall als eine **bipolare** dar, wie aus der Zeichnung klar erkennbar (e). Zugleich ist aber auch ersichtlich, dass die beiden Hälften der neuen Stäbchen nicht immer gleich lang aus den Polen der alten Spore hervorschauen ($e_{1, 2 \text{ u. } 3}$), was nur bei e_4 der Fall ist. Bei e_2 ist sogar, wie es auch bei d_2 der Fall zu sein schien, zunächst nur an einem Pole der Sporen die Keimung sichtbar und erst etwas später tritt auch bei e_2 am andern Pole ein winziges Bakterienköpfchen hervor. Da bei dieser Art zum erstenmale eine Keimung der Sporen an beiden Polen als die häufigere Art der Entwickelung beobachtet wurde, so wiederholte ich die Untersuchung mehrfach und fertigte noch verschiedene Kontrolpräparate an. Alle zeigten das gleiche Verhalten; dabei ist jedoch zu bemerken, dass die Verhältnisse nicht immer so klar liegen, als in dem von mir zur Zeichnung und Beschreibung gewählten Falle. Sehr häufig sind unter 10 keimenden Sporen 3 bis 4, die nur an einem Pole keimen, jedoch ist die bipolare Keimung im allgemeinen die Regel. Dass nicht alle Sporen bipolar keimen, ist wohl dadurch bedingt, dass die Verquellung der Sporenmembran oft nicht an beiden Polen genau gleichmässig ist und infolge der hierdurch erzeugten Widerstandsdifferenz das schnell wachsende, junge Stäbchen nur aus dem stärker verquollenen Pole herausschlüpft.

Infolge des schnellen Wachstums hat sich um 3 Uhr 10 Min. 1 schon in 2 Stäbchen gesondert, von der alten Sporenhaut ist nichts mehr zu sehen. 4 hat sich ebenfalls einmal geteilt; die alte Haut hängt dem einen Stäbchen noch als kaum sichtbarer kleiner Fetzen an. 2 und 3 sind kräftig ausgewachsen; an ihnen ist die völlig abgestreifte Sporenhaut noch ziemlich gross, aber ebenfalls nur sehr schwach zu sehen, da sie offenbar bei dieser

Art schnell völlig verquillt (f). 3 Uhr 30 Minuten bestehen 1 und 4 schon aus 4, 2 und 3 aus 2 Stäbchen, ihre Sporenhäute sind verschwunden, während dieselben bei den je zweigeteilten 2 und 3 noch in ganz reduzierter Form und sehr viel kleiner als in f schwach bemerkbar sind.

Die Sporenbildung erfolgte in der gewöhnlichen Weise. Am folgenden Tage vormittags 8 Uhr war in einzelnen Stäbchen eine schwache Körnchenbildung vor sich gegangen, die sich bis um 11 Uhr wesentlich verstärkte und jetzt auch in der grossen Mehrzahl der Stäbchen auftrat. Diese Körnchen, 2—3 im Stäbchen, vergrösserten sich bis nachmittags um 4 1/2 Uhr und waren stärker lichtbrechend geworden. Die Körnchen flossen nun allmählich in der Mitte zusammen und am andern Vormittage war die Sporenbildung vollendet. Die Sporen liegen in der Mitte der Zelle.

15. Bacillus loxosus n. sp.

Fig. 15.

Dieser ziemlich grosse und schlanke, aus Wasser gezüchtete Bacillus misst durchschnittlich 3,46 μ in der Länge und 1,32 μ in der Breite, während die etwas eckige Spore 1,62 μ lang und 0,84 μ breit ist. Er zeigt über den ganzen Körper zerstreut zarte, leicht abfallende Geisseln.

In Agar-Strichkulturen bildet sich ein grau-weisslicher glänzender, gleichmässiger Belag.

In Gelatine-Plattenkulturen bilden sich nach einem Tage gelblich-weisse kleine Kolonien mit beginnender Verflüssigung der umgebenden Gelatine. Unter dem Mikroskop erscheinen sie grau-weiss, nach der Mitte zu gelblich, einem stark verwirrten Zwirnknäuel ähnlich und mit nach der Peripherie dünner werdenden, weissen, fädigen Ausstrahlungen. Am andern Tage war nur noch eine völlig zerflossene gelbliche Masse von fauligem Geruche wahrzunehmen, während unter dem Mikroskop die zart fadenförmigen Verschlingungen noch gut erkennbar waren, allerdings nicht mehr in einzelne Kolonien gesondert.

Auf Kartoffeln bildet sich nach 24 Stunden ein matter, dünner, farbloser Belag, der am nächsten Tage matt gelblich-weiss und sehr feinkörnig geworden ist.

In Bouillon bildet sich allmählich bei schwacher weisslicher Trübung der Flüssigkeit etwas weissliches Sediment.

In Gelatine-Stichkultur ist nach einem Tage ein Wachstum noch nicht bemerkbar; auch am zweiten Tage ist nur an

der Oberfläche eine geringe Ausbreitung der Kolonie wahrzunehmen. Am dritten Tage hat sich ein, die halbe Oberfläche bedeckendes flaches Verflüssigungsnäpfchen gebildet, auch hat sich im Stichkanal ein trüber weisslicher Faden gebildet. Nach weiteren 4 Tagen bedeckt die Verflüssigung die ganze Oberfläche und geht 4 mm tief: obenauf liegt ein zartes Häutchen, während der Faden im Stichkanal nicht merklich verändert ist.

Zur Beobachtung der Keimung wurden von einer 14tägigen Agarkultur morgens 9 Uhr bei 31° C Präparate eingelegt. Alle Sporen waren stark lichtbrechend (a).

Wie schon das langsame Wachstum dieses Bacillus in Bouillon, das sehr geringe Wachstum in dem tieferen Teile des Stichkanals und die langsam fortschreitende Verflüssigung an der Oberfläche der Gelatine-Stichkultur gegenüber dem ausserordentlich schnellen Zerfliessen der Platte zeigt, ist Bacillus loxosus streng aërob, was auch durch den andern Bakterien gegenüber sehr lange dauernden Verlauf der Keimung bei der geringen Luftzufuhr durch den Schlitz der feuchten Kammer bestätigt wird.

Erst nach $2^1/_2$ Stunden (10 Uhr 30 Minuten) ist 2 etwas matt geworden und 1 sehr wenig merklich getrübt. Um 1 Uhr 30 Minuten wurde die Temperatur des Wärmekastens auf 36° C gesteigert und jetzt erst beginnt ein immer noch sehr langsamer Fortschritt in der Keimung sich bemerkbar zu machen. Um 2 Uhr 50 Minuten sind 1 und 2 etwas vergrössert, 3 wenig getrübt. Um 3 Uhr 30 Minuten ist 3 abgerundet und trüber geworden, 1 und 2 ein wenig mehr gewachsen und abgerundet (b). Um 5 Uhr 10 Minuten, also 8 Stunden nach dem Einlegen, ist erst 2 ausgekeimt und zwar schräg polar, während 1 in gleicher Weise in die Keimung eintritt und 3 kaum gewachsen ist (c). Die Entwickelung schreitet bis 7 Uhr 30 Minuten unwesentlich fort. Alsdann wurde die Flamme gelöscht, und am nächsten Morgen war 1 zwar weiter ausgewachsen, steckte aber noch zu einem kleinen Teile in der alten Sporenhaut. 2 hatte sich einmal geteilt und ebenfalls die alte Haut noch nicht ganz abgestreift, 3 hatte sich nicht weiter entwickelt (d). Charakteristisch für diese Art ist, dass das Stäbchen in schräger Richtung aus der Sporenhaut tritt und mit dieser einen spitzen Winkel bildet; diese Eigentümlichkeit zeigte sich bei der Keimung aller Sporen auch in den übrigen Präparaten.

Die Sporenbildung zeigt keine charakteristischen Eigentümlichkeiten. Am dritten Tage früh war sie in dem Präparate mit freiem Luftzutritt vollendet, während die Stäbchen in den

ringsum verschlossenen feuchten Kammern ein Bild völligen Zerfalles zeigten. Die Sporen liegen in der Mitte der Zelle.

16. Bacterium Petroselini n. sp.

Fig. 16.

Es wurde in faulender Petersilie gefunden. Die reifen Sporen messen 1,38 in der Länge und 1,08 μ in der Breite und sind von länglich eirunder Form. Das unbewegliche Bacterium ist 2,4—2,8 μ lang und 1,33 μ breit, gebogen, cylindrisch, an den Enden abgerundet.

Auf Agar-Strichkultur bildet sich ein schmutzig-weisslicher, blanker, schmieriger Rasen.

Auf Gelatine-Plattenkultur waren am andern Tage matt-graue, kleine Kolonien bemerkbar, die unter dem Mikroskope ganzrandig, gelblich-grau und von homogener Struktur mit beginnender Verflüssigung der umgebenden Gelatine erschienen. 2 Tage nach dem Ausgiessen flossen die matt gelblich-weissen, schleierartig dünn ausgebreiteten Kolonien, die, mit blossem Auge betrachtet, in der Mitte gelbe Pünktchen zeigten, schon ziemlich stark ineinander. Mikroskopisch zeigten sich rundliche, braune Centra, die in stark verschlungene, wellige, allmählich heller gefärbte Ausläufer übergehen und schliesslich in sehr zarten, krausen Fäden lang auslaufen. Geruch: schwach faulig.

Auf Kartoffeln entwickelt sich das Bacterium nicht.

In Bouillon entsteht allmählich eine geringe, weissliche Trübung der Flüssigkeit ohne Sediment.

In Gelatine-Stichkulturen bildet sich nach 20 Stunden an der Oberfläche ein sehr zarter und schmaler, spitzer Trichter von ca. 2 mm Tiefe, der am nächsten Tage 1 cm breit und 0,7 cm tief ist und von einer dickflüssigen Gelatine erfüllt ist. Bis $1^1/_2$ cm darunter laufen einige feine Ausstrahlungen in die feste Gelatine. Nach 4 Tagen liegt auf der Oberfläche eine zarte, wachsartige, weissliche Haut. Der in eine stumpfe Spitze auslaufende Verflüssigungstrichter ist 1 cm tief. Im Stichkanal ist eine milchige Trübung entstanden. Nach einer Woche ist die Oberhaut wesentlich dicker und beginnt in der Mitte sich zu senken. Die etwas vertiefte Verflüssigung nimmt die ganze Breite des Reagensglases ein und steht wagrecht auf dem festen unteren Teile der Gelatine. Das Wachstum im Stichkanal ist kaum merklich vorgeschritten.

Zur Beobachtung der Keimung wurde Sporenmaterial von einer 4 Wochen alten Agarkultur verwendet. Die Temperatur

des Wärmekastens betrug bis 12 Uhr 31° C, dann 34° C. Um 11 Uhr 20 Minuten wurden die Präparate unter die Mikroskope gebracht und gezeichnet. Alle Sporen waren stark lichtbrechend (a). Um 12 Uhr 10 Minuten waren alle matt geworden und etwas angeschwollen, abgerundet (b). Um 12 Uhr 30 Minuten beginnt bei 1, 2, 3 und 6 die Keimung; 4 und 5 sind vergrössert. Um 12 Uhr 50 Minuten sind 1, 2, 3 und 6 polar ausgekeimt und bereits teilweise aus der alten Sporenhaut geschlüpft (c). Um 1 Uhr 40 Minuten sind alle ausgekeimt; 1, 2, 3 und 6 haben sich bereits geteilt; 1, 2, 3, 4 und 5 haben die Sporenhaut bereits völlig abgestreift; dieselbe liegt noch neben, respektive auf den jungen Stäbchen (d). Bei 6 bemerkte ich bei genauer Einstellung eine verschiedenartige Lichtbrechung innerhalb der alten Sporenhaut. Ein daraufhin dem Brutschrank entnommenes Präparat wurde unter ZEISS Apochromat 2 mm genauer untersucht, und es zeigte sich, wie vermutet, dass in der That zwei Sporenhäute vorhanden waren. Auch fiel mir auf, dass bei d 1, 2, 3 und 4 die Zahl der abgestreiften Häute grösser war als die der Bakterien.

Figur e bringt eine nach ZEISS Apochromat 2 mm gezeichnete Stelle des Präparates, an welchem man die einzelnen Phasen der Lockerung und Abstossung der beiden Häute genau verfolgen kann. Die äussere Haut ist, wie aus der Art der Lichtbrechung hervorgeht, die derbere, die innere die zartere. Bei e α zeigt sich, genau wie bei d 6, dass die äussere Haut dunkler, die innere heller als das Bacterium ist; bei e β ist die äussere Haut abgestreift, die innere hängt noch dem Stäbchen an. Bei e γ sind beide Häute abgestossen und man unterscheidet deutlich eine hellere (die Intine), dem Ende des Stäbchens näher liegende, und eine dunklere (die Exine), welche weiter nach dem Ende des Stäbchens hinaufgeschoben ist. Dieses letztere Bild (e γ) besonders fand sich bei genauer Durchmusterung der Präparate häufig vor, und zwar stets die eine Haut heller als die andere. Meistens lagen die Häute sichelförmig bei einander, respektive untereinander.

Die Sporenbildung war schon am folgenden Tage vormittags um 9 Uhr, also 22 Stunden nach Einlegung der Sporen, vollendet. Die Sporen lagen in der Mitte der Zelle. Nicht selten auch war neben der dann mehr einem Ende des Stäbchens näher liegenden Spore, und zwar ihr gegenüber, noch ein kleines Körnchen vorhanden, welches dasselbe Lichtbrechungsvermögen zeigte, wie die Spore selbst, und auch noch einen Tag später.

als die Stäbchenmembranen zu verquellen begannen, vorhanden war. Sonst werden diese Körnchen gewöhnlich bei der Sporenbildung verbraucht.

17. Bacillus myxodens n. sp.

Fig. 17.

Diese Art wurde aus Bierhefe isoliert und stellt ein bewegliches Stäbchen von 2,7 μ Länge und 1,8 μ Breite dar. Die Spore ist 1,4 lang und 0,96 μ breit. 4—6 leicht abfallende Geisseln sind zerstreut am Körper angeheftet.

Auf Agar-Strichkulturen bildet sich ein weisslicher, glänzender, ebenmässiger Belag.

Auf Gelatine-Plattenkulturen entstehen nach einem Tage die Gelatine schwach verflüssigende, weisse Kolonien, Krystallen von oxalsaurem Kalk ähnlich. Unter dem Mikroskop erkennt man, dass die Kolonien aus einem Gewirre unregelmässig verschlungener feiner Fäden bestehen, die nach der Mitte zu dichter werden und dabei eine gelbliche Färbung zeigen. Am zweiten Tage hat die nunmehr völlig zerflossene Platte starken Bocksgeruch. Die Kolonien haben sich zu matt grau-gelblichen, dünnen Häutchen von rundlicher Begrenzung ausgebildet, die meist ineinander wachsen und auch mikroskopisch eine besondere Struktur wegen des starken Ineinanderfliessens nicht mehr erkennen lassen.

Auf Kartoffeln hat sich am zweiten Tage ein geringer farbloser, matt-schmieriger Belag gebildet; später wird derselbe weisslich-gelber, matter, etwas dicker.

In Bouillon entsteht eine anfangs geringe Trübung der Bouillon und geringe Sedimentierung, die jedoch, besonders letztere, innerhalb 8 Tagen stetig zunehmen.

In Gelatine-Stichkulturen: Am zweiten Tage nach der Impfung hat sich längs des ganzen Stichkanals ein feiner, weisslicher Faden entwickelt, von welchem aus in dem oberen Teil wurzelfaserartige horizontale Ausstrahlungen in die Gelatine verlaufen. An der Oberfläche ist die Gelatine 4 mm tief und 1,5 cm breit napfartig verflüssigt. Nach 4 Tagen lagert auf der 4 mm tiefen, fast klaren flüssigen Gelatine eine ziemlich feste, glänzende weisse Haut. Am Boden der Verflüssigung liegt eine dünne, weisslich-trübe Schicht von niedergesunkenen Bakterien auf der festen Gelatine. Der Stichkanal darunter ist wenig gewachsen. Nach 8 Tagen ist die Oberflächenhaut niedergesunken. Verflüssigung und Aussehen des Stichkanals unverändert.

Zur Beobachtung der Keimung wurde das Sporenmaterial einer 14 Tage alten Agar-Strichkultur entnommen. Die länglich rechteckigen Sporen wurden morgens in der gewöhnlichen Weise in feuchten Kammern um 9 Uhr 30 Minuten unter das Mikroskop gelegt und gezeichnet. Die Temperatur war bis 10 Uhr 30° C, dann 35° C. Alle Sporen, bis auf 5 hatten sich bereits getrübt und etwas abgerundet (d). Von jetzt ab nehmen alle Sporen, auch 5, das um 10 Uhr 5 Minuten ebenfalls matter und runder geworden, bemerkbar an Umfang zu und um 10 Uhr 45 Min. (b) keimen 1, 3 und 4 genau polar und zwar ohne dass irgend ein Unterschied im Lichtbrechungsvermögen zwischen Spore und Stäbchen und irgend eine Abgrenzung zwischen beiden auch bei schärfster Einstellung bemerkbar wäre. Nur die Dicke des Stäbchens ist am vorderen Ende sehr wenig geringer als am hinteren, wo später die sich ablösende Haut bemerkbar wird. Um 11 Uhr (Temperatur 36° C) keimen 5 und 6 (d): 2 steht augenscheinlich ebenfalls dicht vor der Keimung. Bei 1, 3 und 4 zeigt sich jetzt ein kleines helles Mützchen, offenbar der durch das Herausdrängen des Stäbchens leer gewordene hintere Teil der alten Sporenmembran. Der folgende Teil, also das junge Stäbchen, soweit es noch in der Sporenhaut steckt, zeigt sich um eine feine Nuancierung dunkler als der vordere Teil des Stäbchens (c 1, 3 und 4). Um 11 Uhr 20 Minuten haben sich die Stäbchen bedeutend verlängert und etwas weiter aus der Sporenhaut herausgeschoben, so dass man da, wo die Haut noch nicht ganz abgestreift ist, deutlich durch den Grad des Lichtbrechungsvermögens sich unterscheidende Teile wahrnehmen kann (d_3). 3 ist zur Hälfte der Spore entschlüpft und zeigt an dem Ende, welches noch in der Sporenhaut steckt, eine etwas dunklere Schattierung. Derjenige Teil der alten Sporenhaut aber, dem das Stäbchen bereits entwachsen, zeigt bemerkenswerter Weise zwei verschiedene Schattierungen, und zwar ist das äusserste, zugespitzt auslaufende Ende völlig hell und an der zarten Konturierung des Randes deutlich noch wahrnehmbar, während dazwischen ein etwas dunklerer Teil liegt, der aber wieder bedeutend heller als das hintere Ende des Stäbchens ist. Offenbar hat bei dieser vollständig polar keimenden Art vor dem Hervorbrechen des Stäbchens eine Verquellung der Membran an den beiden Polen der Spore stattgefunden, woraus sich die differente Lichtbrechung innerhalb der alten Sporenhaut ungezwungen erklärt. Um 11 Uhr 30 Minuten teilt sich 1 deutlich; bei 1, 3 und 4 heben sich die Mützchen,

d. h. die alte Sporenhaut, deutlicher ab als vorher und sind etwas grösser geworden. 2 beginnt zu keimen; 5 und 6 sind ausgekeimt; 7 ebenfalls, aber nach unten (der untere Teil ist, da es auf dem Kopfe steht, stärker lichtbrechend), 1 zeigt eine deutliche, 3 eine sehr zarte Teilungswand. Um 11 Uhr 35 Minuten ist 3 deutlich geteilt und das obere Stäbchen nach links umgebogen; auch 6 beginnt sich zu teilen. Um 11 Uhr 40 Minuten differenziert sich 1 in 3 Stäbchen, die alte Sporenhaut hängt noch an. Um 11 Uhr 50 Minuten ist 1 in 4 Stäbchen zerfallen; die Sporenhaut haftet etwas lockerer an, um 12 Uhr 10 Minuten bildet es 8 Stäbchen, die sich infolge des ungemein schnellen Wachstums seitlich zu einander gestellt haben; die alte Sporenhaut liegt jetzt, deutlich abgestreift, dicht neben dem zuerst gebildeten Bacillus. Von jetzt ab geht die Teilung dermassen rasch vor sich, dass die Verfolgung durch die Zeichnung unmöglich ist.

Sporenbildung: Bis abends $6^1/_2$ Uhr, wo die Flamme ausgedreht wurde, dauerte die vegetative Vermehrung fort. Am andern Tage früh $7^1/_4$ Uhr wurde wieder erwärmt. Die Stäbchen zeigten deutlich eine sehr feine Körnelung. Diejenigen Präparate, welche während der Nacht im Brutschrank lagen, zeigten morgens fast vollendete Sporenbildung. Die Stäbchen bildeten lange, perlschnurartige Reihen, bei denen die Begrenzung der einzelnen Stäbchen nur bei genauer Einstellung (mit ZEISS Apochromat 2 mm) zu beobachten war (e). Die Entwickelung der polar liegenden Sporen war noch teilweise in den verschiedensten Stadien zu beobachten, indem in vielen Fäden einzelne Glieder noch keine Differenzierung zeigten (1, 2), andere erst einzelne Körner, andere einen grossen, sporenähnlichen, ovalen, ziemlich stark lichtbrechenden Körper neben einem kleinen Körnchen, und wieder andere fertige Sporen hatten. Dabei ist bemerkenswert, dass an dem der Spore gegenüberliegenden Teile des Stäbchens noch unverbrauchtes Plasma lagerte. In 1 und 2 haben sich um 12 Uhr 15 Minuten feine Körnchen gebildet, in 1 etwas grösser. 12 Uhr 25 Minuten zeigen sich die Trennungslinien zwischen den einzelnen Stäbchen etwas deutlicher.

18. Bacterium angulans n. sp.

Fig. 18.

Bacterium angulans ist ein aus Wasser gezüchtetes, unbewegliches, langes, schlankes Stäbchen, dessen Länge ca. 4,4 μ und dessen Breite 1,26 μ beträgt. Die länglich ovale Spore ist 1,68 μ lang und 0,98 μ breit.

Auf Agar-Strichkulturen bildet es einen schmutzig grau-weisslichen, matten, unregelmässigen Belag.

Auf Gelatine-Plattenkulturen zeigen sich am Tage nach der Impfung dem unbewaffneten Auge kleine, weissliche, durchscheinende, aufliegende, am Rande unregelmässige, noch nicht verflüssigende Kolonien, von denen ein schwach fauliger Geruch ausgeht. Unter dem Mikroskop erscheinen sie grau-gelblich, gleichmässig feinkörnig. Am nächsten Tage waren dieselben schon ziemlich stark zerflossen und bedeutend vergrössert, so dass sie ineinander übergingen. Ausserdem machte sich ein starker Geruch nach Häringslacke in den Kulturen bemerkbar.

Mikroskopisch erschienen die wenigen, noch nicht zerflossenen Kolonien gleichmässig bräunlich, sehr feinkörnig, kreisrund, trockenhäutig, matt, ganzrandig etwas gebuchtet.

Auf Kartoffeln entsteht nach 24 Stunden ein geringer, mattgrauer Belag, der in den nächsten Tagen allmählich hellgrau, feinwarzig, etwas schmierig wird und dabei die Kartoffel hellviolett färbt. In Bouillon entsteht am zweiten Tage auf der klargebliebenen Flüssigkeit ein äusserst geringes, mattes Häutchen, aber kein Sediment. Am andern Tage ist die Bouillon schwach getrübt, das Häutchen an der Oberfläche grösser geworden und darunter ist in 1 mm Tiefe eine gelb-grünlich irisirende Schicht entstanden, die sich in den nächsten Tagen nicht vergrössert, ihre Färbung aber auch nicht den unteren Schichten mitteilt. Ein Bodensatz fehlt.

In Gelatine-Stichkulturen ist nach 18 Stunden im Stichkanal ein schwacher, weisser Faden entstanden, der nach der Oberfläche zu etwas dicker wird. Am nächsten Tage hat sich an der Einstichstelle eine geringe, schalenförmige Verflüssigung gebildet, der Faden im Stichkanal ist etwas dicker geworden. Nach vier Tagen liegt auf der Oberfläche eine schwach grünlich-grau schillernde, sehr dünne, matte, runzelige Haut, darunter $^1/_2$ cm durchscheinende, verflüssigte Gelatine und dann auf der noch festen Gelatine eine dünne Schicht zerfallener, weisslichgelber Bakterienmasse. Im Stichkanal ist der Faden etwas dicker geworden und sendet zarte Ausläufer in die feste Gelatine. Eine Woche nach der Impfung ist die Oberhaut stärker gerunzelt und dicker geworden, während die darunter liegende Verflüssigungsschicht jetzt $1^1/_4$ cm Höhe hat und wagrecht in der ganzen Breite des Glases gegen die feste Gelatine abschneidet. Im Stichkanal ist dagegen ein weiteres Wachstum nicht zu bemerken.

Zur Beobachtung der Keimung wurde einer 10 Tage alten Agarkultur das Sporenmaterial entnommen und bei 33° C morgens 8 Uhr 10 Minuten Präparate unter das Mikroskop gebracht und gezeichnet. 1 war bereits in der kurzen Zeit, die zwischen der ersten Beobachtung und der Zeichnung lag, etwas schwächer lichtbrechend geworden, ebenso um 8 Uhr 50 Minuten auch 2 (a). Um 9 Uhr 30 Minuten sind beide sehr stark angeschwollen, matt und von fast kugelrunder Form. Es war deshalb auch nicht leicht zu erkennen, ob die Keimung durch einen äquatorialen Riss der Sporenmembran oder durch einen polaren erfolgte, und erst die Untersuchung der im Brutschrank gehaltenen Präparate mit ZEISS Apochromat 2 mm führte zu einer sicheren Entscheidung. Das Stäbchen tritt durch einen äquatorialen Riss der Sporenmembran hervor. Um 10 Uhr 5 Minuten beginnt 2 anscheinend zu keimen, da die eine Seite um ein Geringes heller wird (b). Diese hellere Stelle ist um 10 Uhr 25 Minuten deutlicher als hervorbrechendes Stäbchen zu erkennen (c). Auch 1 tritt nunmehr in die Keimung ein (c). Um 10 Uhr 45 Minuten ist 2 zu einem länglichen Stäbchen ausgewachsen, an dessen einem Ende sich die dunklere Sporenhaut zeigt. Auch bei 1 ist jetzt das hellere Stäbchen deutlich hervorgeschlüpft (d) und um 11 Uhr 15 Minuten völlig ausgewachsen und nunmehr dunkler als die sich ablösende alte Sporenhaut (e). Inzwischen hat 2 sich einmal geteilt. 1 und 2 sind auffallend plump und dick (e). Um 12 Uhr 10 Minuten ist 1 ebenfalls einmal geteilt und das zweite Stäbchen hat sich, wohl durch den Widerstand von 2, gegen welches es im Wachsen gestossen zu sein scheint, rückwärts gekrümmt (f); die Sporenhaut hängt 1 noch an, während sie bei 2 abgestreift ist und als kleine Auflagerung 2 seitlich anliegt (f). Bereits um 12 Uhr 30 Minuten sind 1 sowohl als 2 je zu 4 weniger plumpen Stäbchen ausgewachsen (g), doch treten jetzt Stäbchen von andern nicht im Gesichtsfeld liegenden Sporen in solcher Anzahl auf, dass eine weitere Beobachtung nicht möglich ist. 2 andere Sporen, die anfangs mitgezeichnet wurden, begannen erst jetzt zu keimen und entzogen sich so der genauen Beobachtung.

Die Sporenbildung begann damit, dass am Nachmittage desselben Tages in den meisten, jetzt schlanker gewordenen Stäbchen 3 bis 4 sehr feine, helle Pünktchen auftraten. Am nächsten Morgen zeigten die vorher schlanken, langen (4.4 : 1.26 μ) Stäbchen eine eigentümliche Formveränderung; sie hatten sich erheblich verkürzt und waren an den Enden nicht mehr ab-

gerundet, sondern scharf abgestutzt, so dass sie beinahe viereckig erschienen. In ihnen liegen die Sporen central. Die Membran der alten Bakterienzelle zerfällt sehr schnell nach der Sporenreife. Die Präparate, welche sich innerhalb 24 Stunden von Spore zu Spore auf Agarkulturen entwickelt hatten, zeigten bereits den weitaus grössten Teil der Stäbchen zerfallen.

19. Bacillus Armoraciæ n. sp.

Fig. 19.

Diese bewegliche Bakterienart wurde aus einem faulenden Rettig isoliert; sie bildet 1,6 bis 1,9 μ lange und 0,67 μ breite Stäbchen, welche über den ganzen Körper zerstreut Geisseln tragen. Die eckigen, kleinen Sporen sind 1,32 μ lang und 0,73 μ breit.

Auf Agar-Strichkultur entsteht ein dünner, weisser, schmierig-glänzender, gleichmässiger Belag.

Auf Gelatine-Plattenkulturen sind nach einem Tage kleine, weissliche, rundliche Pünktchen mit beginnender Verflüssigung der umgebenden Gelatine entstanden, welche mikroskopisch als grau-weissliche, rundliche, am Rande etwas unregelmässig ausgefranzte Kolonien erscheinen. Nach 2 Tagen sind die mehr ausgebreiteten, weisslichen Kolonien völlig zerflossen und lassen keine bestimmte Form mehr erkennen.

Auf Kartoffeln bildet sich nach 24 Stunden ein stark glänzender, farbloser, dicker Belag, der am nächsten Tage stark kraus gefaltet, etwas schmierig und von orangegelber Farbe ist.

In Bouillon bildet sich am Tage nach der Impfung ein geringes Sediment, während die Bouillon selbst klar bleibt. Im Laufe der nächsten Tage nimmt das Sediment nur wenig zu; die Bouillon zeigt jedoch eine Spur von Trübung.

In Gelatine-Stichkulturen war nach 18 Stunden noch kein Wachstum bemerkbar, auch am zweiten Tage noch nicht. Am vierten Tage war an der Oberfläche eine schwache, graugelbliche, trockene und unregelmässige Auflagerung bemerkbar; zugleich gingen vom Stichkanal etwa bis 2 mm von der Oberfläche schwache Ausstrahlungen in die Gelatine, während sich im unteren Teile des Stichkanals nichts entwickelt hatte. Erst nach einer Woche war an der Oberfläche eine starke Entwickelung von Bakterien und Verflüssigung der Gelatine eingetreten, im Stichkanal jedoch nach unten nichts gewachsen.

Zur Beobachtung der Keimung wurde Sporenmaterial aus einer 4 Wochen alten Agarkultur verwendet. Die Präparate wurden um 9 Uhr 10 Minuten unter das Mikroskop gelegt und

gezeichnet. Alle waren stark lichtbrechend (a). Die Temperatur betrug 29° C, von $10^1/_2$ Uhr an 34° C. Um 9 Uhr 45 Minuten beginnen 3 und 9 sich zu trüben und um 10 Uhr 20 Minuten ist nur noch 11 klar, alle andern matt. Um 1 Uhr 25 Minuten beginnen 3 und 9 zu keimen (b) und um 2 Uhr 5 Minuten treten die Stäbchen deutlich durch einen äquatorialen Riss der Sporenmembran hervor; 3 teilt sich bereits während der ca. 6 bis 8 Minuten dauernden Zeichnung und schiebt die Hülle ab. 4, 5, 9 und 11 beginnen ebenfalls zu keimen (c). Die hervortretenden Stäbchen sind ungewöhnlich schmal. Um 2 Uhr 35 Min. hat das aus Spore 3 zuerst herausgewachsene Stäbchen die Sporenhaut jetzt infolge der durch das Wachstum herbeigeführten Verschiebungen der Zellen in der Mitte liegen (d_3). Bei 11, welches vorher dem Deckglase paralell lag, hat eine Drehung der ovalen Spore um 90°, also senkrecht zum Gesichtsfelde stattgefunden, denn diese Spore keimt anscheinend polar (c_{11}). 9 hat die halbmondförmige Hülle fast abgestreift (d_9) und lässt bei sehr genauer Einstellung bereits die beginnende Teilung erkennen. 4 und 5 sind weiter, beide ebenfalls deutlich äquatorial ausgekeimt.

Die Sporenbildung war am nächsten Tage mittags $12^1/_2$ Uhr beendet; die länglich-cylindrischen Sporen liegen mehr dem einen Ende des Stäbchens genähert, aber nicht alle in derselben Entfernung vom Ende, an beiden Seiten sich genau an die Membran der Mutterzelle anschliessend.

20. Bacillus idosus n. sp.

Fig. 20.

Dieser aus faulendem Stachelbeerinfus stammende Bacillus misst ca. 2,3 μ in der Länge und 0,92 μ in der Breite und besitzt über den ganzen Körper zerstreut stehende, leicht abfallende Geisseln. Die Sporen sind 1,23 μ lang, 0,87 μ breit.

Auf Agar-Strichkulturen bildet sich ein trockener, matter, hellgelblich-grauer, sehr zartrunzliger Belag.

In Gelatine-Plattenkulturen entstehen nach einem Tage weissliche, zerrissene Kolonien, welche unter dem Mikroskop gelblich-weiss, unregelmässig erscheinen, die Gelatine in ihrer Umgebung stark verflüssigen und bereits ineinander verlaufen. Am nächsten Tage sind sie völlig zerflossen.

Auf Kartoffelkultur zeigt sich schon am ersten Tage nach der Impfung eine ziemlich dicke, wachsartige, grau-weiss-

liche Schicht, die sich in weiteren $1^1/_2$ Tagen zu einem graugelblichen, trockenen, hochaufliegenden, starkgefalteten wulstigen Belag umwandelt.

In Bouillon bildet sich am zweiten Tage bei schwacher Trübung der Bouillon ein stecknadelkopfgrosses, weisses Sediment, welches sich in den nächsten Tagen vermehrt und flockiges Aussehen erhält.

In Gelatine-Stichkulturen zeigt sich schon nach 18 Stunden ein ziemlich starker Verflüssigungstrichter, der bis fast in die Mitte des Stichs reicht. Am nächsten Tage geht die Verflüssigung, nach unten sich stark verjüngend, bis fast auf den Boden: die an der ganzen Oberfläche verflüssigte Gelatine trägt eine trockene, mattweisse Rahmhaut. Zwei Tage später liegt auf der Oberfläche eine zarte, mattweisse Haut: darunter ist die Gelatine zu drei Viertel ihrer Höhe und bis an die Glaswände sehr wässerig dünnflüssig geworden und enthält eine weissliche, schleimig-krümelige Bakterienmasse. Auch das letzte Viertel der Gelatine ist im Stichkanal bis auf den Boden, aber nicht sehr breit, verflüssigt.

Zur Beobachtung der Keimung wurde das Sporenmaterial einer zwei Wochen alten Agarkultur entnommen. Die Präparate wurden um 9 Uhr 40 Minuten unter das Mikroskop gebracht und gezeichnet. Alle 6 Sporen waren klar und länglich, scharf rechteckig; nur 1 etwas gekrümmt (a). Die Temperatur betrug 32° C. Um 12 Uhr 20 Minuten keimen 5 und 6 äquatorial aus; die Sporenhaut zeigt an beiden Polen dunkle Schatten, wie solche bei der Spore des Bacillus subtilis vor der Keimung zu sehen sind (b).

12 Uhr 55 Minuten sind 5 und 6 völlig ausgewachsen; 5 hat die Haut der alten Spore fast abgestreift; die andern Sporen sind unverändert (c). Innerhalb $1^1/_4$ Stunden (2 Uhr 10 Minuten) sind beide schon zu langen Fäden ausgewachsen; 5 hat die alte Haut ganz abgeschoben und sich rückwärts über dieselbe hinaus verlängert, bei 6 hängt sie, trotzdem dasselbe schon zu 9 Stäbchen ausgewachsen, noch ziemlich fest an (d).

In den zugleich in den Brutschrank gelegten Präparaten wurde an vielen Stellen mit ZEISS Apochromat 2 mm die alte Sporenhaut beisszangenförmig aufgesperrt neben dem neuen Bakterienfaden gefunden (d).

Die Sporenbildung war am andern Tage nachmittags 3 Uhr vollendet. Die Sporen liegen genau central; die ganze

Breite des Stäbchens ausfüllend. An beiden Polen des Stäbchens sind dunkle Stellen von unverbrauchtem Plasma, die sich auch später nicht mehr verlieren.

In denjenigen feuchten Kammern, die keinen Einschnitt für Luftzuführung hatten, waren die Stäbchen nur bis zur Körnchenbildung gekommen und nach 36 Stunden im Brutschrank zerfallen.

21. Bacillus loxosporus n. sp.

Fig. 21.

Dieser Bacillus stammt aus der Luft des bakteriologischen Instituts; er ist 2,1—2,5 μ lang, 0,81 μ breit und besitzt über den ganzen Körper zerstreut stehende Geisseln. Die kleine, länglich abgerundete Spore, einer 7 Wochen alten Agarkultur entnommen, misst 0,98 μ in der Länge und 0,6 μ in der Breite.

Auf Agar-Strichkulturen entsteht ein gelblich-weisser, glatter, gleichmässiger Belag.

Auf Gelatine-Plattenkulturen zeigten sich 18 Stunden nach der Impfung nur mit der Lupe erkennbare, sehr zarte Pünktchen, die mikroskopisch sehr dünne, kreisrunde, grau-gelbliche Kolonien darstellten. Am nächsten Tage hatte die Kultur einen schwach ätherischen Geruch. Die Kolonien waren noch sehr klein, gelblich und zeigten auch unter dem Mikroskope noch dasselbe Bild scharf kreisrunder, kleiner, hellgelber Scheiben von etwas gekörnter Struktur, die umgebende Gelatine nicht verflüssigend. Die Grösse derselben nimmt auch in den nächsten Tagen nur relativ sehr wenig zu.

Auf Kartoffeln entsteht nach 2 Tagen ein glänzender, farbloser Belag, der am dritten Tage sich gelblich färbt, trocken und sehr runzelig gefaltet ist.

In Bouillon erscheint nach 2 Tagen eine in den nächsten Tagen wenig zunehmende Trübung der Bouillon, kein Sediment.

In Gelatine-Stichkulturen zeigt sich am zweiten Tage an der Oberfläche eine kaum stecknadelkopfgrosse Kolonie, während im Stichkanal nichts gewachsen ist. Nach 4 Tagen ist an der Oberfläche ein grau-gelblicher, unregelmässiger, dünner Belag entstanden; im Stichkanal ist kaum eine Entwickelung von Bakterien zu erkennen. Auch nach einer Woche ist das Wachstum an der Oberfläche nur wenig fortgeschritten, im Stichkanal jedoch ganz unverändert geblieben.

Zur Beobachtung der Keimung wurden Präparate um 10 Uhr

unter das Mikroskop bei 34° C (von 11 Uhr ab 35° C, von 1 Uhr ab 36° C) gelegt. Alle Sporen waren scharf konturiert und stark lichtbrechend. Bis 1 Uhr 50 Minuten war eine Veränderung der Sporen nicht wahrnehmbar, dann aber keimt 2 aus, und zwar ist die Sporenhaut in zwei halbkugelige Hälften auseinander geklappt, aber nur aus der einen Hälfte keimt das Stäbchen. Es ist dies also ein äquatoriales Zerreissen der Sporenhaut, aber ein polares Keimen (b). Um 2 Uhr 5 Minuten ist der Vorgang noch deutlicher zu sehen (c). Seitlich liegt als helldurchsichtige Halbkugel die abgehobene Sporenhauthälfte, während in der andern Hälfte noch das Ende des auswachsenden Stäbchens steckt. Dieser Teil sieht um einen geringen Grad dunkler aus als das vordere, respektive obere Ende, da er ja noch von der alten Sporenhaut gedeckt wird (d). Schon 5 Minuten später (2 Uhr 10 Minuten) hat das Stäbchen sich aus dem unteren Teile der alten Sporenhaut herausgeschoben und beide Kugelhälften der Haut hängen fast symmetrisch dem Stäbchen an (e). Nach weiteren 6 Minuten (2 Uhr 16 Minuten) schiebt sich die Hülle bereits seitlich ab und nach ferneren 5 Minuten ist dieselbe ganz abgestreift und liegt neben dem jetzt bereits in der ersten Teilung begriffenen Bacillus (f).

Da diese Art der Keimung eine ungewöhnliche, bisher noch nicht beobachtete ist, so wurden die, wie immer, zugleich in den Brutschrank gelegten Präparate mit ZEISS Apochromat 2 mm einer eingehenden Durchmusterung unterworfen. Es zeigte sich dabei, dass dieses eigenartige Aufklappen der Sporenmembran in zwei halbkugelige Hälften bei der Keimung aller Sporen auftritt, also ein für diese Art besonders charakteristisches Merkmal ist.

Bei der Sporenbildung, die im allgemeinen in der gewöhnlichen Weise verläuft, zeigte sich immer in der Lage der Sporen eine kleine Eigentümlichkeit, die zwar an sich sehr unbedeutend ist, aber regelmässig auftritt.

In den wieder in den Brutschrank gelegten Präparaten zeigten abends 6 Uhr alle Zellen eine feine Ganulation des Plasmas. Am andern Tage früh 8½ Uhr waren einzelne Sporen fast fertig gebildet. Nachmittags um 2½ Uhr war die Sporenbildung vollendet. Die Sporen liegen in der Mitte der Zelle, doch fällt ihre Längsrichtung nicht genau mit der Längsrichtung der Mutterzelle zusammen, sie liegen sämtlich schräg in der Membran des alten Stäbchens.

Die für die Keimung der Sporen günstigste Temperatur liegt bei dieser Art etwas höher als bei den andern untersuchten Arten, die meist schon bei 30 bis 33° C gut keimten. Bacillus loxosporus entwickelt sich bei dieser Temperatur nicht, oder vielleicht erst nach Tagen. Mehrmals wollte er bei der von mir gewöhnlich in Anwendung gebrachten Temperatur von 30 bis 33° C nicht keimen, während er im Brutschrank (37° C) gut gedieh. Erst bei 35° C kam er langsam zur Entwickelung, um dann bei 36° C rapide zu wachsen.

Schluss.

Wie aus der Beschreibung der Keimung und Bildung der Sporen auch bei diesen oben beschriebenen 21 Arten ersichtlich ist, zeigen sich bei den einzelnen Arten oft viele charakteristische Eigentümlichkeiten. Vor allem ist es aber die Keimung, welche meist bei jeder Art in so eigenartiger Weise vor sich geht, dass hieraus allein schon ein durchaus sicheres Merkmal für die Unterscheidung vieler Arten gewonnen werden kann. Man darf allerdings nicht erwarten, dass die Unterschiede in der Entwickelung bei so naheverwandten Gliedern ein und derselben Familie besonders gross sein werden. Als klassisches Beispiel für Sporenbildung und Keimung muss noch immer der Bacillus subtilis gelten; seine Entwickelung soll kurz geschildert werden, um dann zu zeigen, inwieweit sich bei den von mir untersuchten Bakterien Verschiedenheiten bei diesen Vorgängen erkennen lassen.

Sporenbildung.

Nach den Untersuchungen COHN's, PRAZMOWSKI's und BREFELD's wird die Bildung der Sporen bei Bacillus subtilis dadurch eingeleitet, dass in dem vorher homogenen, protoplasmatischen Zellinhalt einige kleine Körnchen auftreten, die allmählich zahlreicher werden und schliesslich ineinander fliessen. Die entstehenden grösseren Körperchen werden heller lichtbrechend, und vereinigen sich schliesslich zu einer ovalen, stark lichtbrechenden Spore, die hier an den beiden Polen etwas dunklere Konturen zeigt, welche besonders bei beginnender Keimung deutlich hervortreten.

In der gleichen Weise geht nun im allgemeinen auch bei den übrigen bisher beobachteten Arten die Sporenbildung vor sich (z. B. Bac. Anthracis, brassicæ, tumescens, sessilis, leptosporus, megatherium), wenn auch bezüglich der Form, Grösse und Lage der Spore im Stäbchen Unterschiede auftreten. Manche Arten

bilden die Sporen ohne vorherige Granulierung (Bac. inflatus ventriculus, carotarum).

Wesentlich anders vollzieht sich aber dieser Prozess beim Bacillus E. von PETERS[14], bei welchem sich nach schwacher Granulierung des Bakterieninhaltes eine schmale, gegen das übrige Plasma heller lichtbrechende Plasmabrücke bildet, an deren Stelle alsbald die neue Spore, und zwar sogleich in der endgültigen Grösse erscheint. Ähnlich verhalten sich KLEIN's Sumpfwasserbakterien, bei denen an einem Pole eine grünliche Plasmaansammlung unter gleichzeitiger Anschwellung des Stäbchens entsteht, welche, sich von der Zellwand unter Zunahme des Lichtbrechungsvermögens ablösend, die definitive Gestalt der bohnenförmigen Spore annimmt.

Ein Fall, dass normaler Weise mehr als eine Spore in einer Zelle gebildet werden kann, ist bisher nicht mit Sicherheit nachgewiesen. Neben einsporigen Zellen kommen aber solche mit zwei Sporen ausnahmsweise bei Bac. Ventriculus und Bac. inflatus nach A. KOCH[10] und bei Clostridium butyricum PRAZMOWSKI[6] vor; ebenso soll dies beim Bac. caucasicus und dem Bac. aus Anurenlarven nach FRENZEL[18] der Fall sein. Hingegen kann die Lage der Spore für manche Arten sehr charakteristisch sein. So liegen bei Tetanus die Sporen polar, und das Stäbchen ist trommelschlägerartig angeschwollen. Ebenso bei Vibrio rugula PRAZMOWSKI[6], während beim Rauschbrand infolge der sehr verschiedenartigen Länge des Stäbchens bei der Sporenbildung die Lage der Spore eine sehr wechselnde sein kann. Spindelförmige Anschwellungen der Zelle bei der Sporenbildung zeigen Clostridium polymyxa und Clostrid. butyricum PRAZMOWSKI[6]; bei letzterem findet sich oft eine, von der normalen, spindelförmigen, abweichende Gestalt der Zelle.

Die Regel, dass zur Bildung der Spore das gesamte Protoplasma verbraucht wird, erleidet ebenfalls einige Ausnahmen. So B. Ulna PRAZMOWSKI[6]; Bac. Ventriculus A. KOCH (im Falle nur eine Spore gebildet wird); Bac. ramosus (FRÄNKEL) nach H. MARSCHALL WARD[17], Bac. sessilis, megatherium, inflatus.

Bei den von mir untersuchten 21 Arten waren bei der Sporenbildung bemerkenswerte Abweichungen von dem gewöhnlichen, durch B. subtilis vertretenen Typus nicht zu beobachten.

Die Sporenbildung wurde meist durch Körnchenbildung und späteres Zusammenfliessen, wie bei B. subtilis eingeleitet; auch die Form der Stäbchen wurde durch diesen Prozess nicht alteriert.

und es wurde stets nur eine Spore im Stäbchen gebildet. Wohl aber fanden bezüglich:

1. der Zeitdauer der Sporenbildung,
2. der Art der Sporenbildung,
3. des Sauerstoffbedürfnisses hierbei,
4. des Verhaltens der alten Stäbchenmembran,
5. des Plasmaverbrauches,
6. der Form,
7. der Grösse und
8. der Lage der Sporen in der Zelle Unterschiede statt, welche, so geringfügig sie auch an sich erscheinen, doch bei ihrer grossen Beständigkeit von hervorragender Bedeutung für die Abgrenzung und Bestimmung von Arten sein dürften.

Die Zeit von der Keimung des Stäbchens bis zur neuen Sporenbildung schwankte zwischen einem Tage (meistens) (Bact. angulans n. sp. nur 20 Stunden) und 3 Tagen (bei Bac. leptodermis n. sp., 3 1/2 Tage bei Bact. filamentosum, 2 1/2 Tage bei Bac. brachysporus n. sp.). Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass die Temperatur in dieser Zeit meist mehr als 30° C betrug.

Die Art der Sporenbildung wies, wenn auch meistens innerhalb des Rahmens des bisher Bekannten, doch zahlreiche kleine Unterschiede auf. Die meisten Arten zeigten als Einleitung zur Sporenbildung eine Granulation des Zellinhaltes, während bei Bac. pituitans n. sp. und Bact. perittomaticum n. sp. die Bildung einer dichteren Plasmamasse an der Stelle erfolgte, wo später die Spore auftrat: bei B. perittomaticum n. sp. war diese Masse anfangs grösser und schwächer lichtbrechend als die Spore. Bei der zuletzt genannten Art bildeten einige Stäbchen keine Sporen, schwollen dafür aber wulstförmig und weit über die normale Grösse an. Bei Bact. Petroselini n. sp. bleibt regelmässig neben der fertigen Spore noch ein stark lichtbrechendes Polkörnchen erhalten, oft bis zum Zerfall der Stäbchenmembran.

Bezüglich des Sauerstoffbedürfnisses konnte ich bei den meisten Arten feststellen, dass sie zur Sporenbildung einer grösseren Sauerstoffmenge bedürfen als zur Keimung, und manche ohne grössere Sauerstoffzufuhr durch Luftschlitz sich überhaupt nicht zur Sporenbildung anschicken, oder dieselbe, wenn sie auch eingeleitet wird, nicht vollenden (Bac. goniosporus n. sp., Bact. flexile n. sp., Bac. idosus n. sp.).

Das Verhalten der alten Stäbchenmembran zeigte bei einigen der von mir untersuchten Arten ebenfalls gewisse

Verschiedenheiten. So z. B. fand bei Bac. cursor n. sp. und Bact. angulans n. sp. ein sehr schneller Zerfall der Haut statt; bei letzterem ist noch die starke Schrumpfung der Stäbchen, welche bei der Sporenbildung aus der länglich-schlanken in eine fast viereckige Form übergehen, bemerkenswert.

Das Plasma des alten Stäbchens geht in den weitaus meisten Fällen völlig in die Spore über. Von den 21 untersuchten Arten liessen nur 2, Bact. perittomaticum n. sp. und Bacillus idosus n. sp., nach vollendeter Sporenbildung unverbrauchtes Plasma zurück, als dunklen, mondsichelförmigen Schatten den beiden Polen der Mutterzelle anliegend. Dass jedoch bei der Angabe über solche Plasmareste grosse Vorsicht und mehrtägige Beobachtung nötig sind, zeigte mir, ausser anderem besonders Bacillus goniosporus n. sp., in dessen Zellen ein polarer Randsaum von unverbrauchtem Plasma erst am dritten Tage verschwand, während die Sporenbildung bereits nach 24—36 Stunden vollendet zu sein schien. Bei Bact. perittomaticum n. sp. wurde auch wohl thatsächlich nicht alles Plasma zur Sporenbildung verbraucht, denn eine erneute Körnchenbildung oder nachträgliche Vergrösserung oder Zunahme des Lichtbrechungsvermögens der bereits gebildeten Spore fand nicht statt. Hier scheint vielmehr der Plasmarest, worauf auch bereits im speciellen Teile hingewiesen wurde, zur Festigung der Membran des alten Stäbchens zu dienen, wodurch sich auch vielleicht die grosse Resistenz derselben gegen Verquellung erklärt. Noch in 6 Wochen alter Agar-Strichkultur waren die Bakterienhäute reichlich vorhanden.

Die Form der Spore ist meistens eine ovale, seltener eine runde oder eckige. Hierbei wäre nur zu bemerken, dass die rundlichen Formen junger Kulturen in älteren zuweilen mehr eckig und mehr cylindrisch werden; jedoch ist die Form der Spore bei den Arten im Allgemeinen sehr beständig.

Die Grösse der Sporen hingegen ist kein so konstanter Faktor, wie man nach den bisherigen Veröffentlichungen annehmen müsste. In einem Falle, beim Bacillus goniosporus n. sp., variierte die Länge zwischen 1,92 und 2,88 μ, während die Breite hier kaum Differenzen zeigte. Auch bei andern Arten fanden Schwankungen innerhalb enger Grenzen statt. Dass, wie die Form, so auch die Grösse der Sporen durch das Alter der Kultur beeinflusst wird, ist natürlich, da in alten Kulturen infolge von Austrocknung eine gewisse Schrumpfung der Sporen eintritt. Die Spore des Bact. pituitans n. sp. misst z. B. frisch 2,46 : 1,38 μ, in 6 Wochen alter Agar-Kultur aber 1,9 : 1,08 μ.

Die Lage der Spore im Stäbchen wurde bisher als eine im allgemeinen bei jeder Art genau gleichartige angenommen. In der Regel habe ich dies auch bestätigt gefunden, dagegen war doch bei relativ vielen Arten (6 von 21) die Lage eine mehr oder weniger ungleichartige. Diese Schwankungen der Lage sind bei Bact. perittomaticum n. sp., Bac. pectocutis n. sp., Bac. Armoraciae n. sp. nur geringe, bei Bacterium filamentosum und Bact. brachysporum n. sp. ziemlich bedeutende, so dass die Sporenlage bei den beiden letzteren nicht als Artenmerkmal gelten darf.

Während die längliche Spore gewöhnlich in der Richtung der Längsachse des Stäbchens liegt, nimmt sie bei Bacillus loxosporus n. sp. eine schräge Stellung ein.

Keimung.

Bei der Keimung der Bakteriensporen beobachtete ich ausnahmslos, dass dieselbe bei jeder Art in einer unveränderlichen und für die Art durchaus charakteristischen Weise stattfindet. Dies bestätigen ja auch die Beobachtungen der eingangs erwähnten andern Forscher auf diesem Gebiete, soweit sie sich nicht auf die blosse Angabe der Art der Keimung allein beschränken. Auch hier kann man von dem Bacillus subtilis ausgehen, um die bei der Keimung auftretenden Eigentümlichkeiten zu erläutern. In den ovalen, stark lichtbrechenden hellen Sporen zeigt sich zunächst eine Trübung, der dann eine Anschwellung und später das Auskeimen des neuen Stäbchens folgt. Hierbei beobachtet man jedoch bei den einzelnen Stadien des Keimungsprozesses sehr viele Besonderheiten, die aber für jede Art stets und unter allen Umständen die gleichen bleiben, so dass sie entschieden zu den besten Artmerkmalen bei den Bakterien gehören.

Diese Verschiedenheiten erstrecken sich auf folgende Punkte:

1. Verhalten der Sporenmembran vor der Keimung,
2. Verhalten der alten Sporenhaut während der Keimung,
3. Art der Keimung des neuen Stäbchens,
4. Verhalten der alten Sporenhaut nach der Keimung,
5. Entwickelung des neuen Stäbchens,
6. Zeitdauer der Keimung und
7. Temperaturverhältnisse.

Andere Punkte, die ebenfalls für die Charakteristik einer Art, wenn auch erst in zweiter Linie, in Betracht kommen könnten, so die Resistenz der Sporen, die Stoffwechselprodukte,

das Temperaturoptimum und -maximum, Beschaffenheit und Reaktion der Nährböden, Einwirkung von Licht und Luft, Färbevermögen, habe ich als ausserhalb des Rahmens dieser Arbeit liegend, nicht oder doch nur nebenbei berücksichtigt.

Nach den bisherigen Beobachtungen ist die Keimung entweder eine äquatoriale, oder eine polare, und zwar monopolare.

Nur der Bac. sesillis KLEIN[12] zeigt neben der polaren als Ausnahme eine bipolare Keimung (a. a. O. Fig. 24—26[2]). Andere Abweichungen finden sich in der Litteratur nicht, wohl deshalb, weil man sich meistens mit der Angabe, ob polare oder äquatoriale Keimung, begnügte. Da ich nun gerade den ganzen Keimungsprozess als das Unveränderlichste und daher als das Wichtigste in der Entwickelung jeder Art ansehe, so habe ich den Schwerpunkt bei der Untersuchung und Beschreibung meiner Arten besonders hierauf gelegt. Durch die lückenlose Verfolgung der Keimung und aller dabei sich bemerkbar machenden Vorgänge gelang es mir, nachzuweisen, dass auch nicht 2 von 21 im speciellen Teile beschriebenen Arten in genau gleicher Weise keimen, und somit in der Art der Keimung das beste Merkmal zur Erkennung der Art gegeben ist.

Als Einleitung zur Keimung wird der protoplasmatische Inhalt der Spore durch Wasseraufnahme schwächer lichtbrechend unter gleichzeitiger Volumvergrösserung der Spore, die sich, falls sie vorher eckige Form hatte, abrundet (Bact. perittomaticum n. sp.). Eine längliche Anschwellung erfährt Bact. turgescens n. sp., dessen polare Keimung dadurch anfangs schwierig zu erkennen ist. Hiermit geht häufig eine starke schleimige Verquellung der Membran Hand in Hand, z. B. bei Bact. pituitans n. sp. Bei Bac. myxodens n. sp. und Bac. bipolaris n. sp. ist diese Verschleimung an den Polen stärker als in der Mitte, weshalb auch bei letzterem in der Regel die Keimung bipolar ist. Oft wird bei der Vergrösserung des Sporeninhaltes jedoch die Membran nur gedehnt, verschleimt aber nicht, oder doch erst nach der völligen Loslösung vom jungen Stäbchen, z. B. bei Bacillus cursor n. sp., dessen alte Sporenhaut sich gleich bei der Keimung klar und dünn vom Stäbchen abhebt; ebenso bei Bacillus paucicutis n. sp. und Bac. leptodermis n. sp.

Während des Keimungsprozesses löst sich die alte Sporenhaut meist in Form eines kleinen, helleren Häubchens mehr und mehr von dem sich entwickelnden jungen Stäbchen ab. Je weniger

die alte Sporenhaut hierbei verquillt, desto deutlicher wird die Differenzierung (Bac. cylindrosporus n. sp.). Undeutlicher wird sie bei stark verquellenden Bakterien (Bac. bipolaris n. sp., Bac. myxodens n. sp.) oder bei grosser Zartheit der Sporenmembran (Bac. paucicutis n. sp., Bac. leptodermis n. sp.).

Sehr verschieden, aber charakteristisch für jede Art, ist der Prozess der Keimung im engeren Sinne, d. h. die Art des Aufreissens der alten Sporenmembran und des Auswachsens des jungen Stäbchens. Hier habe ich auch nicht die geringste Abweichung bei den einzelnen Individuen gefunden.

Freilich ist gerade hierbei grosse Vorsicht und Sorgfalt in der Beobachtung dringend geboten. Durch die der Keimung vorhergehende Anschwellung nehmen die Sporen meist eine mehr oder weniger rundliche Form an, weshalb es sehr schwierig sein kann, festzustellen, ob die Keimung äquatorial oder polar erfolgt. Nur durch die Beobachtung zahlreicher keimender Sporen lässt sich dies mit Sicherheit feststellen (Bact. angulans n. sp.). Ebenfalls kann es bei sehr elastischer Membran vorkommen, dass das junge Stäbchen sich schon innerhalb der Spore bildet und auszuwachsen beginnt, ehe die zähe Haut durch Aufreissen dasselbe freigibt, wie bei Bact. turgescens n. sp., wo deswegen die polare Keimung schwer zu beobachten ist.

Findet schon vor der Keimung eine Verschleimung der Membran statt und ist die Haut des jungen Stäbchens ebenfalls schon ziemlich derbe und das Bacterium selbst von plumper Form, wie bei Bact. perittomaticum n. sp., so ist es ebenfalls schwer, den Beginn der Keimung festzustellen. Auch eine sehr zarte Sporenhaut (Bact. paucicutis n. sp., Bac. leptodermis n. sp.) erschwert die Beobachtung. Nichtsdestoweniger ist die Gesetzmässigkeit, nach welcher die Keimung sich bei jeder einzelnen Art vollzieht, sehr sicher zu ermitteln, wenn man nur die Beobachtungen oft genug wiederholt.

Was nun das Verhalten der Sporenhaut beim Akte der Keimung betrifft, so findet meistens entweder ein äquatoriales oder ein polares Aufreissen derselben statt. Es mag hier eingeschaltet sein, dass als allgemeine Regel bei den von mir untersuchten 21 Arten (wie auch bei den übrigen bisher beschriebenen) die polare Keimung gefunden wurde.

Bisher wurden nur diese beiden Arten der Keimung (Abweichung bei Bac. sessilis nur als Ausnahme) beobachtet.

Bei meinen Untersuchungen aber fand ich 3 Arten, die hiervon wesentlich abweichen. Für Bac. bipolaris n. sp. ist die

bipolare Keimung charakteristisch (Fig. 14). Bac. loxosus n. sp. keimt stets schräg polar.

Die Feststellung dieser eigentümlichen Keimungsart ist hier sehr leicht und einwandfrei möglich, da dem auskeimenden jungen Stäbchen die alte Sporenmembran als scharf sich abhebender, dünner, unverschleimter, elliptischer Ring schräge anliegt (Fig. 15).

Noch eigenartiger ist jedoch die Art des Auskeimens von Bac. loxosporus n. sp. Hier findet ein äquatoriales Aufreissen der Sporenhaut statt, hingegen ein polares Auskeimen des Stäbchens nur aus dem einen Ende der Sporenhaut, während die andere Hälfte derselben sich klappdeckelartig leer abhebt (Fig. 21).

Das Verhalten der alten Sporenhaut nach der Keimung ist ein sehr verschiedenartiges. Gewöhnlich wird sie bald abgestreift und verquillt dann langsam. Zuweilen aber haftet sie noch lange Zeit dem neuen Stäbchen an (Bac. sessilis KLEIN, Bact. pectocutis n. sp.). Bei andern ist sie sehr zart und verquillt ausserordentlich schnell (Bac. paucicutis n. sp. und Bac. leptodermis n. sp.). Hingegen ist die Sporenmembran bei Bact. pituitans n. sp., Bact. perittomaticum n. sp., Bact. filamentosum, Bact. implectans n. sp., Bact. Petroselini n. sp. ungemein resistent, so dass sie selbst in 2 Monate alten und umgezüchteten Kulturen nicht verschwunden ist.

Durch abweichende Form macht sich die abgestreifte Sporenhaut bei Bac. idosus n. sp. (zangenförmig, Fig. 20) und Bac. loxosporus n. sp. (nierenförmig, Fig. 21) bemerkbar, was bei ersterem wohl auf der Verdickung an den Polen, bei letzterem auf der eigenartigen Keimung beruht.

Von ganz besonderem Interesse aber sind die Verhältnisse bei Bact. Petroselini n. sp., welches, wie im speciellen Teile ausgeführt, **zwei Sporenhäute,** eine zarte Intine und derbere Exine abstreift. Es ist dies das erste Mal, dass eine doppelte Sporenhaut gefunden wurde. Nur BREFELD (Botan. Unters. über Schimmelpilze von 1880, IV. Heft pag. 42—44) vermutet zwei Sporenhäute, aber nur in dem Sinne, dass er die Membran des jungen Stäbchens für das Endosporium und die abgestossene alte Sporenhaut für das Exosporium hält. Beim Bact. Petroselini n. sp. wurden aber zwei, noch dazu verschiedenartige Häute abgestreift, und zwar nacheinander, zuerst die derbe, nachher die zarte (Fig. 16).

Über das auskeimende junge Stäbchen selbst ist bei meinen Arten verhältnismässig wenig zu sagen. Meistens ist es etwas (um die Dicke der Sporenhaut) schmäler als die Spore, wirft die Haut bald ab, teilt sich und bildet bei beweglichen Arten Geisseln. Immerhin zeigen einzelne Arten charakteristische Eigentümlichkeiten.

Bei Bact. flexile n. sp. findet ein sehr schnelles Wachstum statt und die jungen Stäbchen biegen sich beim Wachsen auf Agar alle an den Enden um (Fig. 4). Bac. cursor zeichnet sich durch eine ausserordentlich schnelle Bildung der Geisseln aus. Oft schon 10 Minuten nach der Auskeimung wird die alte Haut abgeworfen und das neue Stäbchen enteilt mit grosser Behendigkeit dem Gesichtsfelde. Ja, in einigen wenigen Fällen läuft das Stäbchen sogar mit der noch anhaftenden Hülle davon. Es muss hier also offenbar die Geisselbildung schon sofort nach dem Austreten des Stäbchens aus der Spore beginnen.

Nicht immer hat das auskeimende Stäbchen schon genau die gewöhnliche Form. Bei Bac. pituitans n. sp. und Bac. goniosporus n. sp. ist das Keimstäbchen schlanker, bei Bact. perittomaticum n. sp., Bac. myxodens n. sp. und Bact. angulans n. sp. dicker als die später gebildeten Stäbchen.

Verhältnismässig wenige, in der Regel nur 3 Teilungen erfährt Bac. cylindrosporus, ehe er zur Sporenbildung übergeht, wenigstens im hängenden Tropfen.

Bact. implectans n. sp. bildet ebenso wie Bact. filamentosum bindfadenartig gedrehte und verschlungene Fäden, an denen die Trennungslinie der Einzelindividuen oft nicht zu erkennen sind.

Die Zeitdauer der Keimung schwankte im Maximum zwischen $1^1/_4$ Stunde (Bac. myxodens n. sp.) und 27 Stunden (Bac. paucicutis n. sp., wovon allerdings 16 Stunden bei Zimmertemperatur). Auch war hier das verwendete Sporenmaterial bereits 6 Wochen alt. Im Durchschnitt fand ich bei meinen 21 neuen Arten als Keimungsdauer ca. 3 Stunden.

Temperatur. Zwecks möglichster Schonung der 3 Mikroskope wurden in der Regel die Wärmekästen nur auf ca. 30° C gebracht, bei welcher Temperatur die meisten Arten auskeimten. Nur Bac. loxosporus n. sp. musste auf 36° C, Bac. paucicutis n. sp. auf (am zweiten Tage) 35° C erwärmt werden, worauf innerhalb 2 Stunden die Keimung erfolgte, während am ganzen ersten Tage bei 31° C. eine Entwickelung nicht stattfand.

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

1. Die Sporenkeimung verläuft für jede Bakterienart in durchaus unveränderlicher charakteristischer Weise.
2. Die Sporenkeimung ist daher das sicherste diagnostische Hilfsmittel zur Erkennung der Art.
3. Ausser der bisher bekannten polaren und äquatorialen Keimung giebt es auch eine schräge (Bacillus loxosus n. sp.).
4. Es giebt Bakterien, die regelmässig bipolar keimen (Bacillus bipolaris n. sp.).
5. Es giebt eine polare Keimung bei äquatorialem Zerreissen der Sporenhaut (Bac. idosus n. sp.).
6. Es giebt Bakterien, die **zwei** Sporenhäute besitzen (Bact. Petroselini n. sp.).
7. Die Lage der Sporen ist eine bei manchen Arten innerhalb kleiner Grenzen schwankende (Bact. perittomaticum n. sp.; Bact. brachysporus n. sp.; Bact. filamentosum; Bac. paucicutis n. sp.; Bac. Armoraciae n. sp.).
8. In seltenen Fällen haben die Sporen eine ungleiche Länge (Bac. goniosporus n. sp.).
9. Die Form und Grösse der Spore ist von der Art des Nährbodens und dem Alter der Kultur abhängig.
10. Die Spore liegt nicht immer in der Längsrichtung des Bacteriums (Bac. loxosus n. sp.).
11. Bei der Reifung der Spore kann die Mutterzelle eine völlige Formänderung erleiden (Bact. angulans n. sp.).

Die vorliegende Arbeit wurde im bakteriologischen Institute der Technischen Hochschule zu Karlsruhe auf Anregung des Herrn Prof. Dr. MIGULA ausgeführt, welchem ich an dieser Stelle, ebenso wie Herrn Prof. Dr. KLEIN für das Interesse, welches er der Arbeit entgegengebracht, meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

Sporen-Litteratur.

1. LEEUWENHOEK, ANTONY VON: Brief an die Royal Society v. 14. Sept. 1683.
2. COHN, F.: Unsersuchungen über Bakterien IV., Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. II, Heft II, S. 263.
3. PERTY: Zur Kenntnis kleinster Lebensformen 1852. pag. 181.
4. PASTEUR: Etudes sur la maladie des vers à soie I. p. 168, 228 und 256 von 1870.
5. COHN F.: Untersuchungen über Bakterien IV. Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. II. 1876, Heft II, p. 249.
6. PRAZMOWSKI: Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte und fermentwirkung einiger Bakterienarten. Leipzig 1880.
7. BREFELD: Abhandlungen der Gesellschaft naturforschender Freunde 19. II. 1878.
8. R. KOCH: Die Ätiologie der Milzbrandkrankheit, begründet auf die Entwickelungsgeschichte des Bacillus Anthracis. Beiträge zur Biologie der Bakterien Bd. II, Heft II. 1876. p. 277, 282 und 286.
9. DE BARY: Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozoen und Bakterien 1884. p. 496 und 502.
10. KOCH, A.: Morpholog. und Entwickelungsgeschichte einiger endosp. Bact. Habilitationsschrift, Göttingen 1888.
11. POMMER (B. brassicae): Ein Beitrag zur Kenntnis der fadenbildenden Bakterien. Mitteilungen aus dem botanischen Institut zu Graz 1886.
12. KLEIN, L.: Botanische Bakterienstudien I. Jena, Gust. Fischer 1889 (und Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde Bd. 6. 1889. p. 348 u. 381).
13. KLEIN, L.: Über einen neuen Typus der Sporenbildung bei den endosporen Bakterien. Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. VII. 1889. p. 57.
14. PETERS, W. L.: Die Organismen des Sauerteigs. Dissert. 1889.
15. WAHRLICH, W.: Bakteriologische Studien St. Petersburg 1890/91.
16. VIGNAL, W.: Contribution à l'Etude des Bactériacées: Le Bacille Mesentericus vulgatus. G. Masson, Paris 1889.
17. WARD, MARSCHALL, H.: On the biology of Bac. racemosus; in: Proceedings of the royal society. vol. 58 von 1895.
18. FRENZEL (Bac. aus Anurenlarven): Über den Bau und die Sporenbildung grüner Kaulquappenbacillen. Zeitschrift für Hygiene Bd. XI. 1892. p. 207.

VAN TIEGHEM: Sur la gomne de sucrerie. (Ann. d. sc. nat. Ser. VI. Tome VII. pag. 180—202. (1878.)
CRAMER: Die Ursache der Resistenz der Sporen gegen trockene Hitze. Archiv für Hygiene Bd. XIII, 1891, No. 1.
COHN F.: Untersuchungen über Bakterien, Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Heft 2. p. 127.
FITZ, A: Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft. Bd. 15. 1882. p. 870.
VAN TIEGHEM: Developpement du Spirillum amyliferum. Bulletin de la Société Botanique de France. 1879. Bd. 26. p. 37 und p. 141.
GEDDES AND EWART: Proceedings of the R. Soc. XXIV. 1878. p. 481 und p. 474 ibid.
VAN TIEGHEM: Observations sur les bactériacées vertes, Bulletin de la Société botan. 1880. I. 27. p. 174 und 1881. I. 28. p. 35.
SALOMONSEN: Bot. Zeitung 1876. p. 620. Anmerkung.
HUEPPE: Die Formen der Bakterien. (1886) p. 113 ff.
„ Deut. med. Wochenschrift 1885 p. 758.
„ - Fortschritte der Medizin. III. 1885. No. 19.
MIQUEL: (vide HUEPPE. Formen d. B. v. 86) p. 117.
DUCLAUX: „ „ „ „
VAN TIEGHEM: Traité de Botanique 1884. p. 1103 (über system. Einteilung nach der Art der Sporenbildung).
MARCHAND: Sitzungsbericht der Gesellschaft zur Beförderung der gesamt. Naturwissenschaften. Marburg 1885. S. 20.
KOCH, R.: Mitteilungen. 1884. Bd. II. Tafel 5, Fig. 23 und p. 34.
BIENSTOCK: Über die Bakterien der Fæces. Zeitschrift für klin. Medizin. 1884. Bd. VIII.
BUCHNER: Über das Verhalten der Spaltpilzsporen zu den Anilinfarben. Ärztl. Intelligenzbl. 1884, No. 33. p. 370.
HAUSER: Beitrag zur patholog. Anatomie, Festschrift für Zenker 1887 (betr. Färbung der Sporen von Sarcina), vide auch
HUEPPE: Methoden p. 152/53, 1891.
FINKLER-PRIOR: Ergänzungshefte z. Centralblatt für allgemeine Gesundheitspflege 1885. I. (betr. sporenähnliche Polkörner).
BABES: Progrès medical 6. Dec. 1886 und Referat beim intern. Kongress für Hygiene. Virchow's Archiv 1887. Bd. 110.
v. MALAPERT: Zeitschrift für anal. Chemie 1886, XXV. S. 39.
ERNST: Zeitschrift für Hygiene 1888, IV. S. 25 und 1889, V. S. 428.
NEISSER: Zeitschrift für Hygiene 1888, IV. p. 192.
BÜTSCHLI: Über den Bau der Bac. 1890.
HUEPPE: Die Formen der Bact. 1886, p. 94 ff.
KOCH, R.: Abbildungen von Bact. (Cohn's Beiträge Bd. II, Heft 3 [betr. Mehrsporigkeit einzelner B.])
PASTEUR: Über Buttersäurebact. (comptes rendus) A LII.
COHN: Beitr. Bd. I, Heft 2. p. 144 v. 1872.
„ „ „ II, „ 3. vide No. 36 oben.
„ 1896 „ II, „ 2. p. 264, 269, 263, 277, 127, 249, 289.
BREFELD: In Bot. Zeitung 1878. p. 518/19.
PASTEUR: Etudes sur la bière. p. 282.
EWART: On the Life History of Bac. Anthrac. in Quarterly Journal of Microscop. science 1878. p. 164 (betr. feste Membran der Sporen).

ERNST, Dr., Paul: Über Kern- und Sporenbildung der Bact. Habilitatschft. Leipzig, Veit & Co. 1888.
OSBORNE, Alf., Dr. med.: Sporenbildung des Milzbrandbacillus auf div. Nährböden. München 1890. R. Oldenburg.
BILLROTH, Th., Dr.: Untersuchungen über die Vegetationsformen von Coccobacteria septica 1874. Berlin, Gg. Reimer.

CIENKOWSKY, L.: Zur Morphologie der Bakterien. Mem. Acad. St. Petersbourg, Tom. XXV No. 2 (1877).
ZOPF, W.: Zur Morphologie der Spaltpflanzen. Leipzig 1882.
KURTH: Bot. Zeitg. 1883. p. 409.
PASTEUR: Carbon et septicémie. Cpt. rendus, T. 85. p. 99 ff. von 1877.
BUCHNER, H.: In Nägeli, Unters. über niedere Pilze 1882. p. 220.
PASTEUR et JAUBERT: Cmpt. rend., T. 85 No. 3.

Figuren-Erklärung.

Die Figuren wurden bei einer 1000fachen Vergrösserung mit ABBÉ'schem Zeichenapparat gezeichnet.

Tafel I.

Figur 1: Bact. pituitans n. sp. (pag. 15—20).
a: 9 h 10; b: 10 h; c: 11 h 15; d: 11 h 45; e: 12 h 35; f: 12 h 50; g: 1 h 04; h: 2 h 20.

.. 2: Bact. perittomaticum n. sp. (pag. 20—26).
a: 8 h 05; b: 10 h 45; c: 1 h 50; d: 2 h 25; e: 3 h 50; f: 4 h 05; g: 4 h 20; h: Sporenbildung.

.. 3: Bacillus goniosporus n. sp. (pag. 26—31).
a: 8 h 40; b: 9 h 45; c: 11 h 55; d: 2 h 05; e: 3 h 05.

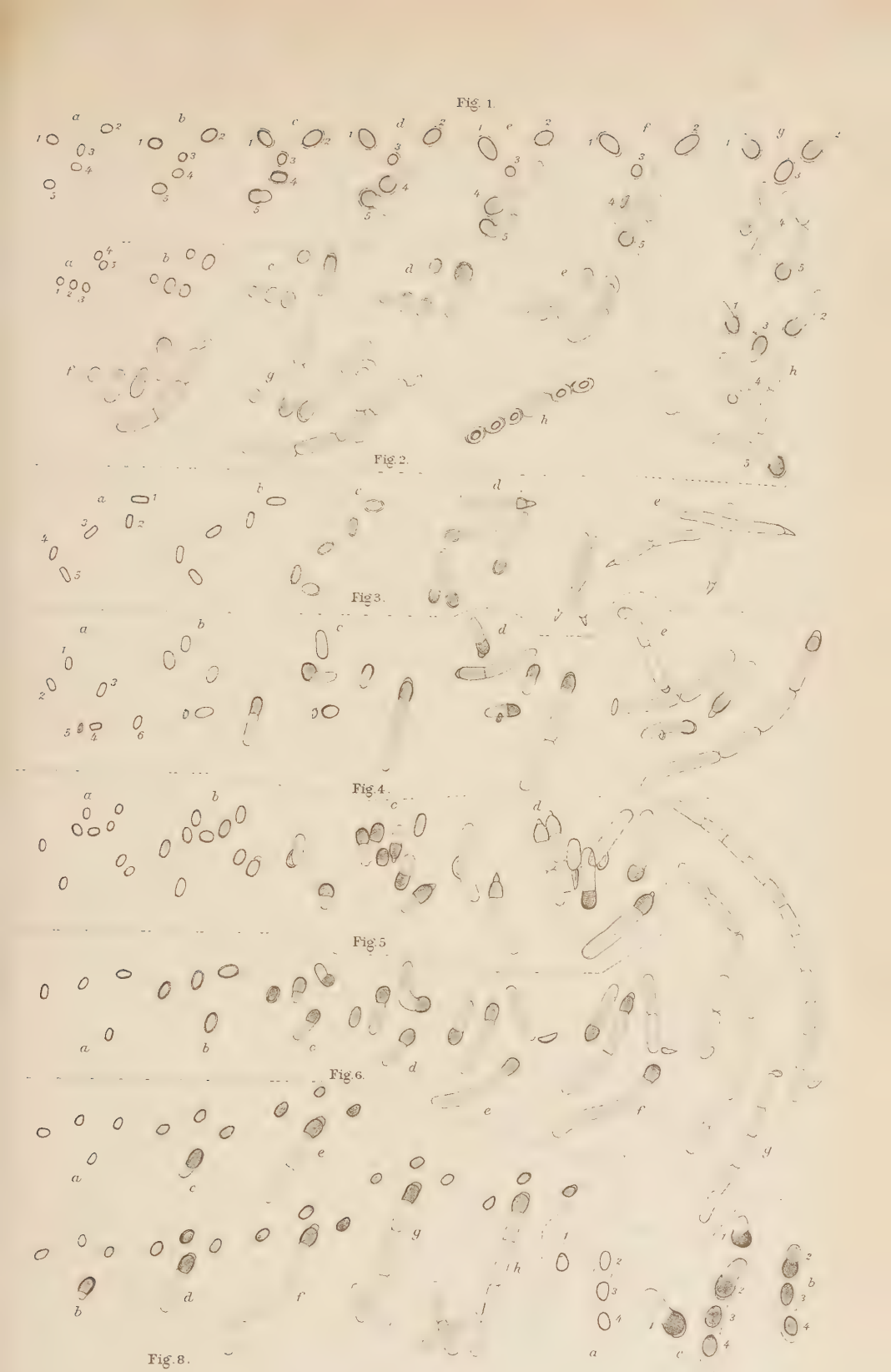
.. 4: Bact. flexile n. sp. (pag. 31—35).
a: 10 h 20; b: 11 h 55; c: 12 h 30; d: 1 h 05; e: 1 h 50.

.. 5: Bact. turgescens n. sp. (pag. 35—39).
a: 8 h 45; b: 10 h 15; c: 11 h; d: 11 h 35.

.. 6: Bact. brachysporum n. sp. (pag. 39—43).
a: 9 h 30; b: 9 h 45; c: 11 h 35; d: 11 h 55; e: 12 h 25; f: 12 h 50; g: 2 h 20.

.. 7: Bact. filamentosum E. KLEIN (pag. 43—46).
a: 9 h 40; b: 3 h 20; c: 8 h vorm. am zweiten Tage.

.. 8: Bacillus pectocutis n. sp. (pag. 46—50).
a: 9 h 10; b: 12 h 15; c: 12 h 50; d: 1 h 50; e: 3 h; f: 3 h 55; g: 4 h; h: 4 h 25.



Lith. Anst. v. C. Kurst, Leipzig

Tafel II.

Figur 9: Bac. cursor n. sp. (pag. 50—53).
a: 9 h 27; b: 2 h 05; c: 2 h 45; d: 2 h 55.

.. 10: Bac. paucicutis n. sp. (pag. 54—57).
a: 8 h 15; b: 11 h 55; c: 12 h 10; d: 12 h 25.

.. 11: Bact. implectans n. sp. (pag. 57—61).
a: 10 h; b: 12 h 25; c: 12 h 45; d: 1 h 20; e_3: 2 h; f_3: 2 h 10.

.. 12: Bac. cylindrosporus n. sp. (pag. 61—64).
a: 8 h 50; b: 9 h vorm. am andern Tage; c: 10 h 10; d: 11 h; e: 11 h 20.

.. 13: Bac. leptodermis n. sp. (pag. 64—67).
a: 8 h 53; b: 12 h; c: 2 h 20; d: 2 h 55; e: 3 h 50; f: 4 h 15.

.. 14: Bac. bipolaris n. sp. (pag. 67—72).
a: 10 h 20; b: 10 h 30; c: 1 h 50; d: 2 h 30; e: 2 h 50; f: 3 h 10.

.. 15: Bac. loxosus n. sp. (pag. 72—76).
a: 9 h; b: 3 h 30; c. 5 h 10; d: am Vormittage des zweiten Tages.

.. 16: Bact. Petroselini n. sp. (pag. 76—80).
a: 11 h 20; b: 12 h 10; c: 12 h 50; d: 1 h 40; e: aus einem gleichzeitig gefertigten Brutschrankpräparate nach ZEISS Apochromat 2 mm (1500 ×) nachmittags 2 h gezeichnet.

.. 17: Bac. myxodens n. sp. (pag. 80—85).
a: 9 h 30; b: 10 h 45; c: 11 h; d: 11 h 20; e: Sporenbildung.

.. 18: Bact. angulans n. sp. (pag. 85—89).
a: 8 h 50; b: 10 h 05; c: 10 h 25; d: 10 h 45; e: 11 h 15; f: 12 h 10.

.. 19: Bac. Armoraciae n. sp. (pag. 89—92).
a: 9 h 10; b: 1 h 25; c: 2 h 05; d: 3 h 35.

.. 20: Bac. idosus n. sp. (pag. 92—95).
a: 9 h 40; b: 12 h 20; c: 12 h 55; d: 2 h 10.

.. 21: Bac. loxosporus n. sp. (pag. 95—99).
a: 10 h; b: 1 h 50; c: 2 h 05; d; 2 h 10; e: 2 h 16; f: 2 h 21.

Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.

Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.